Lignes directrices concernant

LES CHEMINS ET LES TRAVERSES DE COURS D'EAU

NATURAL RESOURCES New Brunswick RESSOURCES NATURELLES

20 avril 2004

AVAILABLE IN ENGLISH

Les demandes de renseignements relatives au présent document doivent être adressées à :

Aménagement des forêts
Ressources naturelles
Centre forestier Hugh John Flemming
1350, rue Regent, Pièce 340
Fredericton, Nouveau-Brunswick
Canada E3C 2G6

Téléphone: (506) 453-2516
Télécopieur: (506) 453-6689

Table des matières

Liste des figures ii

Liste des tableaux iii

1 Planification et construction des chemins forestiers 1

1.1 Introduction 1
1.2 Planification 1
1.2.1 Exigences de conception et spécifications 3
1.2.2 Directives des travaux 5
1.3 Emplacement et déboisement de l'emprise 6
1.3.1 Tracé sur le terrain 6
1.3.2 Balisage 6
1.4 Étapes de la construction d'un chemin 6
1.4.1 Déboisement, essouchement et décapage 6
1.4.2 Construction de la couche de fondation 8
1.4.3 Compaction 10
1.5 Maîtrise de l'eau de surface 11
1.5.1 Fossés 11
1.5.2 Saignées et ponceaux diagonaux 13
1.5.3 Étangs de décantation 15
1.5.4 Barres de dérivation d'eau 16
1.5.5 Barrages de correction 17
1.6 Traverses de cours d'eau 18
1.7 Entretien des chemins 18
1.7.1 Entretien de la largeur de coupe 18
1.7.2 Entretien de la surface 19
1.7.3 Entretien des fossés 20
1.7.4 Entretien des traverses de cours d'eau 20
1.7.5 Signalisation 21

2 Traverses de cours d'eau 22

2.1 Introduction 22
2.2 Planification 22
2.3 Largeur du chenal 23
2.4 Considérations d'ordre environnemental 25
2.4.1 Protection contre l'érosion et la sédimentation 25
2.5 «Au sec» 25
2.5.1 Exemptions aux installations «au sec» 25
2.5.2 Planification et préparation des traverses de cours d'eau 26
2.5.3 Isoler la zone des travaux 27
2.6 Détermination du type d'ouvrage 31
2.7 Détermination des cours d'eau où vivent des poissons 31
2.7.1 Options de conception pour le passage du poisson 32
2.8 Détermination de l'ouverture requise 33
2.8.1 Ponts 34
2.8.2 Ponceaux hémisphériques 38
2.8.3 Ponceaux tubulaires 40
2.8.4 Préparation et installation des ponceaux 41

2.8.5 Passage à gué 47
2.8.6 Traverses temporaires 49

3 Mesures de protection contre l'érosion et la sédimentation 57

3.1 INTRODUCTION 57
3.2 VÉGÉTATION AU SOL PRÈS DES COURS D'EAU 57
3.3 RÉMANENTS ET DÉBRIS 58
3.4 MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION ET LA SÉDIMENTATION 58
3.4.1 Isoler le chantier 58
3.4.2 Pièges à sédiments et membranes géotextiles 59
3.4.3 Barrières géotextiles 59
3.4.4 Balles de foin 62
3.4.5 Stabilisation du sol par la végétation 63
3.4.6 Couvertures et filets de protection contre l'érosion 65
3.4.7 Enrochement 65
3.5 CONTRÔLE DU DRAINAGE 66
3.6 MANUTENTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES 66

Glossaire 67

ANNEXE A 75

ANNEXE B 80

ANNEXE C 83

ANNEXE D 85

Liste des figures

Figure 1. La préparation et la planification sont des étapes importantes préalables à la mise en œuvre qui ne doivent pas être négligées. 3
Figure 2. Coupe transversale d'un chemin typique (Tiré de : FERIC, 1999). 5
Figure 3. Construction du passage d'un pont 13
Figure 4. Installation d'un ponceau diagonal et pente de l'entrée jusqu'à la sortie 14
Figure 5. Spécifications pour la construction des barres de dérivation d'eau 17
Figure 6. Représentation de la position du lit du cours d'eau et des rives. 24
Figure 7. Échantillon représentatif d'une technique de mesure du canal adéquate. 24
Figure 8. Système de pompage. 27
Figure 9. Directives de construction de prises d'eau pour les opérations de pompage associées aux traverses de cours d'eau installées au sec 28
Figure 10. Les batardeaux sont des barrages temporaires qui peuvent être utilisés seuls pour l'isolation des rives ou avec des déviations temporaires. 29
Figure 11. Le canal temporaire de déviation de cours d'eau convient davantage aux modifications dans les endroits où l'espace n'est pas limité. 30
Figure 12. À l'aide d'une carte montrant les courbes de niveau, il est possible de délimiter la zone de drainage en n'importe quel point d'un cours d'eau en reliant les points les plus élevés des terres entourant le cours d'eau et ses affluents, en amont de ce point. Cette zone est ensuite convertie en débit (pi^3/s) et la dimension de l'ouverture peut être déterminée à partir d'un nomogramme ou d'un tableau (annexe D). 33
Figure 13. Détermination des ouvrages de traverse de cours d'eau appropriés. 34

Figure 14. Paramètres de calcul de l'ouverture sous un pont. 37
Figure 15. Types d'installations de ponceaux....39
Figure 16. Normes requises pour l'installation de ponceaux. 41
Figure 17. Orientation adéquate des installations de ponceaux. 41
Figure 18. Installation adéquate des ponceaux pour le passage du poisson. 42
Figure 19. Installation de ponceaux de façon à offrir un passage adéquat aux poissons. 43
Figure 20. De multiples ponceaux sont souvent utilisés pour faire passer les grands débits d'eau dans les zones sensibles aux inondations. Un maximum de deux ponceaux peut être installé dans tout emplacement devant subir des modifications. 44
Figure 21. Construction d'une traverse de ponceau. 47
Figure 22. Vue en coupe d'un gué montrant le besoin d'une déclivité suffisante pour faire en sorte que l'eau ne puisse pas percer le gué et s'écouler le long des approches et d'une utilisation appropriée de matériaux non érodables. 49
Figure 23. Pont temporaire reposant sur une seule bille d'appui. 52
Figure 24. Aménagement d'un piège à sédiments. 59
Figure 25. Installation d'une barrière géotextile montrant un support en treillis métallique pour la membrane géotextile et la tranchée remblayée. 60
Figure 26. Installation de balles de foin montrant l'ancrage et la mise en place en vue de retenir les sédiments. 63
Figure 27. Méthode d'utilisation de tapis de fibres pour accélérer le rétablissement de la végétation à proximité des pentes d'approche de la route. 65

Liste des tableaux

Tableau 1. Épaisseur de glace recommandée pour diverses activités pendant les opérations hivernales. 55
Tableau 2. Ponceau circulaire en tôle d'acier ondulée et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000) 85
Tableau 3. Ponceau circulaire en béton ou en matière plastique et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000).. 86
Tableau 4. Ponceau voûté en tôle d'acier ondulée et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000). 87

1 Planification et construction des chemins forestiers

1.1 Introduction

La présente section vise à aider autant les opérateurs que les gestionnaires à réaliser les objectifs de construction et d'entretien des chemins forestiers.

La stratégie d'établissement des quadrats de 25 ans du Plan d'aménagement forestier doit servir à déterminer les critères d'utilisation des chemins, y compris la taille des véhicules, la charge permise et le débit de la circulation. Les chemins doivent donc être conçus en fonction de ces exigences.

La construction de chemins forestiers selon les règles de l'art comporte les éléments suivants :

1. la connaissance du type de chemin à construire (chemin forestier ou temporaire ou chemin d'exploitation ou d'hiver);
2. la compréhension de toutes les lois et de tous les règlements régissant la construction;
3. la conception et la construction de chemins qui satisfont aux exigences des objectifs et qui tiennent compte des risques, des terrains vulnérables et de la valeur des ressources forestières;
4. l'élaboration de mesures visant à diminuer au minimum les conséquences potentielles sur l'environnement;
5. le respect des critères de conception en cours de construction et leur modification en présence de conditions non prévues sur le terrain (sous réserve de l'approbation préalable du MRN);
6. le suivi de la construction pour s'assurer que les objectifs sont atteints.

1.2 Planification

Au stade de la planification des chemins (Figure 1), il convient de respecter les lignes directrices suivantes pour optimiser le tracé et tenir compte des conditions connues ou de considérations particulières en matière de gestion.

1. Utiliser toute l'information dont on dispose pour indiquer les caractéristiques importantes du paysage :
    a) zones spéciales de gestion (AHC, HESA, aires naturelles protégées, PEP, zones uniques, bassins hydrographiques désignés, etc.);

b) cours d'eau.

2. Étudier l'information dont on dispose sur le sol pour déterminer le tracé convenable des chemins et aider à mettre en évidence les zones potentiellement humides, érodables ou instables.
3. Diminuer au minimum le nombre de traverses de cours d'eau et préconiser les endroits présentant un fond rocheux ou dur. Utiliser l'information sur l'emplacement des cours d'eau non cartographiés ou évaluer les courbes de niveau pour estimer le parcours de cours d'eau intermittents potentiels.
4. La modification des plans de construction des chemins doit être envisagée en fonction de l'information la plus récente dont on dispose.
5. Toujours aménager les chemins à l'extérieur des zones tampons riveraines désignées lorsqu'ils longent le lit des cours d'eau. S'assurer de la présence d'une lisière de filtration suffisante, compte tenu des sols et de la topographie, pour éviter que les sédiments pénètrent directement dans le cours d'eau, conformément à tous les règlements applicables.
6. Dans la mesure du possible, utiliser les chemins ou les vieux sentiers existants, y compris ceux des propriétaires fonciers adjacents.
7. Adapter les chemins à la topographie en les aménageant sur des replats naturels et en respectant les contours. Éviter autant que possible les déclivités longues et abruptes ainsi que les ravines étroites.
8. Apporter toutes les corrections nécessaires au tracé pour assurer la sécurité, y compris l'élargissement de la chaussée aux traverses de ponts et sur les crêtes des collines, les spécifications appropriées pour les courbes, etc.
9. Planifier l'emplacement approprié des points d'arrêt et des élargissements.

Figure 1. La préparation et la planification sont des étapes importantes préalables à la mise en œuvre qui ne doivent pas être négligées.

1.2.1 Exigences de conception et spécifications

Les exigences de conception comprennent essentiellement les exigences techniques et structurales nécessaires à la construction d'un chemin en fonction de l'utilisation prévue, de la longévité et de la saison durant laquelle on s'en servira. Ces exigences couvrent tous les aspects, dont les dimensions, les types de matériaux, les distances de visée, les pentes de remblai et les spécifications de drainage. Outre les normes imposées par la loi, les exigences minimales de conception qui doivent être respectées pour tout projet de construction routière comprennent le tracé, les caractéristiques de construction et autres critères d'exploitation.

1.2.1.1 Catégories de chemins

Les quatre principaux types de chemins sur les terres de la Couronne sont les suivants :

Chemins forestiers : Réseau routier principal et permanent inscrit sur un permis et conçu pour assurer l'accès aux activités d'aménagement forestier, de mise en valeur des ressources minérales et d'utilisation à des fins récréatives. Le titulaire de permis dresse dans son plan d'aménagement forestier la liste de tous les **chemins forestiers** inscrits sur le permis.

Chemins d'exploitation : Tous les chemins permanents inscrits sur un permis qui ne sont pas désignés comme étant des **chemins forestiers**. Ils comprennent les chemins qui mènent directement aux parcelles de récolte et ceux qui se trouvent sur ces dernières.

Chemins d'hiver : Chemins saisonniers utilisés uniquement lorsque le sol est gelé. Ils se limitent uniquement aux endroits où l'on ne peut construire de **chemins d'exploitation**.

Chemins temporaires : D'une longueur maximale de 400 mètres, ils servent à accéder aux boisés où aucune autre construction de chemin n'est prévue. Dans l'année qui suit la fin de la récolte, l'emprise du chemin doit être remise en état et repeuplée aux frais de l'exploitant.

1.2.1.2 Tracé des chemins

La conception des chemins doit intégrer les tracés en plan et en profil de façon à assurer la sécurité des utilisateurs.

Cela comprend la définition des points suivants :

1. les vitesses appropriées;
2. les distances convenables d'immobilisation et de visibilité;
3. les largeurs des chemins à voie unique ou à deux voies;
4. les points d'arrêt;
5. les dispositifs appropriés de signalisation;
6. la distance de visibilité;
7. le débit de la circulation.

1.2.1.3 Caractéristiques de construction des chemins

Les caractéristiques de construction servent à déterminer la classification générale d'un chemin, qui comprend sa période d'utilisation, sa capacité de charge et sa durée utile. La construction d'un chemin standard nécessite un ensemble de spécifications de conception de base déterminant l'emprise, les matériaux convenant à chaque partie du chemin, les exigences relatives à la profondeur ou à la hauteur de tous les ouvrages, etc. (consulter le *Manuel d'aménagement forestier des terres de la Couronne du Nouveau-Brunswick* pour connaître les exigences imposées par la loi).

Angles des pentes du remblai : Les angles des pentes du remblai doivent être conçus de sorte que le sol ou les matériaux rocheux soient stables. Dans la mesure du possible, il faut prévoir une pente ayant un rapport de 2 à 1. Là où de l'enrochement ou d'autres matériaux moins érodables sont employés, il est possible d'utiliser une pente de 1,5 à 1. En présence de surfaces extrêmement érodables, une pente de 3 à 1 peut se justifier (Figure 2).

Angles des talus remaniés : Les angles des talus remaniés doivent être conçus de façon à demeurer stables pendant la durée utile prévue du chemin. Dans la mesure du possible, il faut utiliser une pente de 2 à 1. Si ce n'est pas le cas en raison des conditions du site, il faut prendre des mesures de stabilisation.

Largeurs des coupes : Dans toute la mesure du possible, les largeurs des coupes doivent être réduites au minimum de manière à atténuer les répercussions sur les autres ressources, tout en étant suffisamment larges pour recevoir le chemin et ses dispositifs connexes de drainage de la surface. Caractéristiques du tracé des chemins telles que la ligne visuelle ainsi que les élargissements et points d'arrêt planifiés.

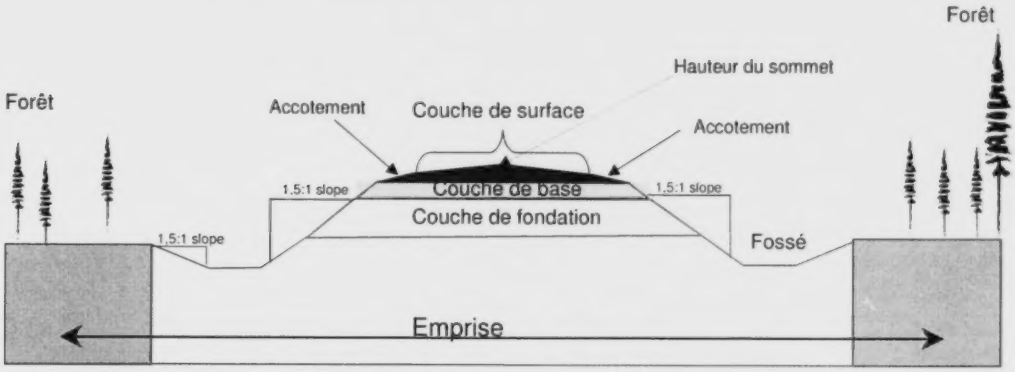


Figure 2. Coupe transversale d'un chemin typique (Tiré de : FERIC, 1999).

1.2.1.4 Critères d'exploitation

Toutes les catégories de chemins doivent respecter les besoins de dépassement et de virage de la circulation. Les points d'arrêt et de rencontre doivent être construits selon les besoins et ne pas nuire au système de drainage de l'eau de surface.

1.2.2 Directives des travaux

Nous recommandons l'établissement d'un bon de travail ou d'une entente contractuelle entre le titulaire de permis et l'entrepreneur en construction routière. Les directives des travaux routiers sont généralement intégrées aux contrats établis avec les entrepreneurs en construction routière. Pour s'assurer que les conducteurs de machines comprennent les plans et le tracé, l'entrepreneur doit explorer à pied le chemin proposé en ayant en main les cartes et autres renseignements nécessaires avant d'entreprendre les travaux. Ainsi, il se familiarisera avec le tracé, la conception et les conditions du terrain, ce qui lui donnera l'occasion de déceler les problèmes potentiels assez tôt et d'élaborer des solutions de rechange avant le début des travaux.

Peu importe la planification préalable, le superviseur du chantier a toujours la possibilité de suggérer des modifications au plan. Bien que les modifications mineures puissent être faites à la discrétion du superviseur (p. ex., le transport de matériaux de remblayage depuis un lieu d'emprunt), toute modification majeure (p. ex., un important détour par rapport au tracé proposé, un élargissement de l'emprise sur les zones tampons et autres) nécessite d'abord l'approbation du ministère des Ressources naturelles.

1.3 Emplacement et déboisement de l'emprise

1.3.1 Tracé sur le terrain

Le tracé des chemins forestiers s'appuie sur un effort conscient visant à offrir le meilleur accès possible au coût le plus bas du point de vue autant financier qu'environnemental.

Le tracé sur le terrain est crucial pour assurer la mise en œuvre adéquate du plan. Cette étape est l'ultime mesure de sauvegarde en cas de risques ou problèmes imprévus ou autres modifications potentielles (p. ex., des cours d'eau non cartographiés, des nids d'oiseaux de proie, etc.).

1.3.2 Balisage

Le balisage approprié du chemin prévu est essentiel à la réussite de sa mise en œuvre sur le terrain.

1. Baliser les axes des chemins ou leur emprise (lignes latérales).
2. Utiliser les rubans de couleur prescrits pour indiquer l'emprise normale et les préoccupations environnementales (p. ex., traverses de cours d'eau, zones tampons, etc.).
3. Aux abords des traverses de cours d'eau, baliser l'emprise et l'axe pour indiquer le rétrécissement de l'emprise dans la zone tampon désignée.

1.4 Étapes de la construction d'un chemin

La construction d'un nouveau chemin peut comporter jusqu'à six étapes, selon sa classification. Il s'agit des étapes suivantes :

1. déboisement de l'emprise;
2. essouchement et décapage;
3. construction de la couche de fondation;
4. surfaçage;
5. nivellement;
6. élaboration de tous les dispositifs de drainage de l'eau de surface.

1.4.1 Déboisement, essouchement et décapage

Le déboisement consiste à enlever les arbres sur pied dans l'emprise ainsi que tout arbre à l'extérieur de celle-ci qui pourrait menacer la sécurité des travailleurs affectés à la construction des chemins ou celle des utilisateurs («arbres dangereux»). Les points suivants servent de lignes directrices pour cette étape de la construction des chemins :

1. se servir du balisage pour diriger les activités de déboisement;

2. sur les terres de la Couronne, aucune récolte de bois non commercialisable n'est permise dans les emprises à moins de 10 m de tout cours d'eau, peu importe sa largeur;
3. il n'est permis en aucun temps d'abattre des arbres dans des plans d'eau.

Après le déboisement de l'emprise, la zone comprenant la surface du chemin, les accotements et les fossés, y compris les remblais, doit normalement être essouchée et décapée. L'essouchement comprend l'enlèvement des souches, des racines et des billes tombées ou enfouies. Le décapage consiste à enlever les autres matières organiques et le sol minéral qui ne conviennent pas à la formation de la couche de fondation du chemin.

- Pour les cours d'eau naturels dont la largeur du chenal est de 0,5 m ou plus, il faut conserver une zone non essouchée de 30 m, sauf dans la partie située immédiatement sous la plate-forme routière.

- Pour les cours d'eau naturels dont la largeur du chenal est de moins de 0,5 m, il faut conserver une zone non essouchée de 10 m, sauf dans la partie située immédiatement sous la plate-forme routière.

1.4.1.1 Élimination des rémanents et des débris

Les méthodes d'élimination des rémanents et des débris résultant de l'essouchement et du décapage comprennent l'enfouissement, l'ouverture de tranchées, l'épandage, la mise en décharge latérale et le transport.

1. Les matériaux enfouis doivent être compactés, recouverts d'au moins 30 cm de sol et respecter le profil général du terrain. Ils ne doivent pas être enfouis à moins de 30 m d'un cours d'eau ou être situés de façon à nuire au drainage de la chaussée ou autre, aux améliorations routières planifiées, à l'enlèvement de la neige, à la distance de visibilité nominale, aux aménagements futurs ni au bois debout.
2. L'ouverture de tranchées est la méthode d'élimination préconisée pour les chemins construits à l'aide d'une excavatrice, puisque des tranchées sont creusées le long du chemin pour trouver des matériaux qui conviendront aux couches de fondation et de surface. Les rémanents et les débris sont ensuite placés et compactés dans la tranchée et recouverts de terre.
3. L'empilement des rémanents et des débris en andain ou dans des décharges latérales est principalement utilisé pour les chemins construits à l'aide d'un bouteur. On doit utiliser dans la mesure du possible les clairières naturelles et les chantiers de façonnage et éviter d'empiler les rémanents et les débris dans le bois sur pied. Les décharges latérales ne doivent pas être situées à moins de 30 m d'un cours d'eau. Pour des raisons de prévention des incendies et de considérations esthétiques, les décharges latérales doivent être aplanies et recouvertes de terre.

4. L'épandage des excédents de rémanents et de débris et des sols inappropriés doit toujours se faire vers le bas de l'accotement et en retrait du bois debout. On doit avoir recours à l'épandage seulement dans les endroits où les risques d'incendie et de ravage sont faibles et les questions d'esthétique ne posent pas de problème. On doit épandre les matériaux et éviter les accumulations afin de faciliter le drainage, l'enlèvement de la neige et les déplacements de la faune.
5. Dans les endroits où les rémanents, les débris et les matériaux inappropriés ou inutilisables ne peuvent être placés localement, il faut en prévoir le transport vers un site d'enfouissement approprié. Une fois transportés, les rémanents et les débris doivent être traités selon l'une des méthodes mentionnées ci-dessus. Il est important de tenir compte des points suivants lorsque le transport est nécessaire :

Lorsque cela s'avère possible et pratique, les matières organiques et le sol à texture fine doivent être empilés de manière à être placés sur les sites d'emprunt et d'enfouissement abandonnés afin de faciliter la revégétation.

1.4.2 Construction de la couche de fondation

1.4.2.1 Emplacements des lieux d'emprunt

En règle générale, les carrières et les lieux d'emprunt requis doivent être dégagés bien à l'écart des zones tampons riveraines. Ils doivent être situés à l'extérieur de la zone non essouchée du cours d'eau le plus proche pour permettre la construction de pièges à sédiments pouvant recueillir les matières fines provenant du lieu d'emprunt. La base de ce dernier doit avoir une pente s'éloignant du cours d'eau et les ouvrages de drainage doivent être construits de manière à éviter que l'eau qui provient du lieu d'emprunt pénètre directement dans le cours d'eau. Il faut conserver les schémas naturels de drainage de l'eau de surface.

1.4.2.2 Stabilisation de la couche de fondation

La stabilisation de la couche de fondation est nécessaire pour faire en sorte que le chemin soit conforme aux exigences de charge nominale prévue. Dans les endroits où la couche de fondation ne pourra pas supporter la charge nominale pendant toute la période d'utilisation prévue, la zone doit être remblayée avec des matériaux qui ont les caractéristiques suivantes :

1. ils se drainent bien;
2. ce sont des pierres angulaires s'apparentant au gravier dont les propriétés de compaction sont bonnes;
3. ils résistent à l'érosion.

Lorsque la construction se fait à l'aide d'une excavatrice, le matériau est extrait de tranchées ou de poches qui se trouvent le long du chemin pour être placé sur la couche de fondation et la couche de surface. Dans certains cas, il y a lieu d'envisager l'utilisation de membranes

géotextiles ou synthétiques si les matériaux désirés ne sont pas accessibles. Un certain nombre de facteurs doivent être pris en compte dans la sélection des matériaux de ballast, soit :

1. les charges nominales;
2. la durée utile prévue du chemin;
3. la disponibilité et le coût des matériaux;
4. les propriétés des matériaux sur place qui se trouvent sous la voie carrossable;
5. les conditions opérationnelles et environnementales (risques d'érosion et conséquences).

1.4.2.3 Couche de surface

La construction de la couche de surface en gravier est habituellement nécessaire pour une ou plusieurs raisons :

1. la couche de fondation est trop grossière (habituellement de la roche) pour former une couche de surface sur laquelle on peut conduire ou que l'on peut niveler;
2. on doit éviter l'érosion, par l'eau ou le vent, des matériaux fins de la couche de fondation.

Matériaux de la couche de surface

Les matériaux idéaux pour la couche de surface comprennent les granulats et les graviers triés et granulométrés. Ces matériaux peuvent endurer les effets néfastes de l'exposition à l'eau, du gel-dégel, des manipulations, de l'épandage et de la compaction. Les particules doivent être de qualité uniforme et être exemptes de morceaux plats ou allongés. La production de granulats est coûteuse; c'est pourquoi cette couche doit être protégée par une couche stabilisatrice de particules grossières (de chlorure de calcium ou de magnésium, par exemple, étalée selon les directives du fabricant) afin d'éviter la perte des matières fines.

Le contenu de matières fines par volume doit généralement être de 7 à 12 %. Les matériaux qui contiennent un taux de matières fines trop élevé sont moins résistants et ont tendance à s'éroder, à former des ornières et à créer une quantité excessive de poussière. Les matériaux qui ne contiennent pas suffisamment de matières fines ont tendance à se détériorer rapidement et créent une couche de surface irrégulière et difficile à niveler.

Les granulats doivent être angulaires et non arrondis pour assurer une résistance optimale, puisque la compaction des pierres arrondies est piètre et que leurs propriétés de portance sont insuffisantes. Dans la mesure du possible, il est préférable d'utiliser du gravier grossier d'au plus 65 mm.

Procédés de construction de la couche de surface

1) Avant d'étaler le gravier, il faut s'assurer que le chemin a été bien préparé :

a) les ponceaux et autres ouvrages de drainage du chemin doivent être en place et en bon état;
b) les fossés doivent être bien aménagés et ne pas comporter de dépressions dans lesquelles l'eau peut s'accumuler;
c) la couche de fondation doit est lisse, bombée ou surélevée et compacte;
d) tous les points faibles de la couche de fondation doivent être réparés avant de mettre en place la couche de surface.

2) Placer la profondeur minimale de gravier ou de pierre concassée requise pour atteindre l'objectif visé. Il faut placer le gravier lorsque ce dernier et la couche de base atteignent ou sont près d'atteindre le contenu optimal d'humidité (de 15 à 20 %).

a) Tout matériau qui est trop humide ou trop sec lorsqu'il est mis en place risque de former des ornières plus tard en raison d'une compaction insuffisante. Si le matériau est trop sec, ou si sa teneur en matières fines est faible, l'ajout d'eau et la compaction permettront d'obtenir une résistance satisfaisante.

3) Envisager de mettre fin à l'épandage du gravier dans les cas suivants :

a) lorsque le gravier est gelé;

b) en présence d'orniérage excessif (par temps de pluie par exemple);

c) lorsque survient un envasement inacceptable causé par l'épandage du gravier.

4) Lorsque la profondeur de compaction doit être de 15 cm ou plus, placer le matériau en deux étapes au moins, en prenant soin de bien niveler, former et compacter chaque couche. Lorsqu'il est possible de faire le tri, utiliser d'abord du gravier grossier pour la couche inférieure puis du gravier fin pour la couche supérieure.

5) Pour prévenir la perte de matières fines et de liant et donc la perte de résistance, il est possible d'utiliser du chlorure de calcium ou de magnésium ou un autre matériau de rechange après en avoir obtenu l'approbation préalable.

6) Compacter et niveler la surface finie (y compris les accotements) pour conserver la forme du chemin, y compris la couronne et la surélévation.

7) Ne jamais laisser de berme sur les accotements d'un chemin.

1.4.3 Compaction

Peu importe si l'on doit utiliser un matériau de surface, le matériau de stabilisation doit être fermement compacté pour réduire le tassement, l'érosion, la création d'empreintes, la formation de flaques d'eau et les coûts d'entretien futurs. Dans certains cas, la compaction pourrait nécessiter l'utilisation de matériel de compactage spécial.

1.5 Maîtrise de l'eau de surface

La couche de surface d'un chemin est un élément important de maîtrise de l'eau. Parmi les mesures d'atténuation de l'érosion de surface, on compte la déclivité intérieure et extérieure, le bombement, le surfaçage et les changements de pente. Ces mesures doivent être intégrées à la conception et à la construction des chemins afin de diminuer au minimum la vitesse de l'eau de surface et le potentiel d'écoulements concentrés dans le fossé. Il faut aussi chercher à réduire les répercussions de l'érosion du sol sur les talus de déblais-remblais et dans les fossés.

La régulation du drainage est cruciale pour la conservation des sédiments pendant et après la construction et doit être prise en compte en relation avec le régime d'écoulement des eaux existant. Les deux moyens les plus efficaces pour diminuer les problèmes d'eau sont les suivants :

1) réduire le volume d'eau du fossé d'approche;
2) empêcher l'eau du fossé de s'écouler dans le cours d'eau.

Tout au long de la construction, il faut construire des fossés, des caniveaux d'assainissement et des ouvrages temporaires ou permanents en présence d'eau. On ne doit pas permettre à l'eau de s'accumuler ou de s'écouler de manière à endommager l'environnement ou la couche de fondation, en tenant bien compte des afflux potentiels par temps d'orage. Les ouvrages de drainage temporaires doivent pouvoir contrôler les hautes eaux qui pourraient vraisemblablement survenir durant la construction.

1.5.1 Fossés

1.5.1.1 Configuration des fossés

La configuration d'un fossé, y compris son profil en plan et sa conception transversale, est cruciale pour maîtriser adéquatement l'écoulement de l'eau. On doit également tenir compte de la pente et du sens (direction) du fossé.

1. Éviter les changements brusques d'écoulement des eaux. Les angles prononcés ou les engorgements de fossés par des blocs ou des affleurements rocheux font dévier l'eau dans le sol de fondation ou les berges hautes, ce qui entraîne la détérioration du sol ou le sapement des berges.
2. Il est parfois nécessaire de prolonger un fossé plus loin que ce qui serait idéal pour en éviter l'érosion, comme dans des déblais ou des sols fragiles en pente où l'eau qui se disperse pourrait entraîner de petits ou d'importants glissements. Dans ce cas, il pourrait être nécessaire d'avoir recours aux mesures suivantes :
   a) renforcer les fossés avec des déblais en roche angulaire et grossière ou recouvrir la paroi du fossé d'un tissu imperméable (Il convient de noter cependant que l'utilisation de tissu sous-tend des questions d'entretien pour éviter de l'endommager. Les exigences d'entretien doivent être clairement définies et mises en œuvre.);

b) aux endroits où la vélocité pose également un problème, construire un ou plusieurs barrages submersibles à l'épreuve de l'érosion dans le fossé. Cependant, si ces barrages ne sont pas bien conçus, ils peuvent créer de graves trous d'érosion sous les barrages et pourraient nécessiter un niveau d'entretien élevé;

c) placer de la végétation dans les fossés pour diminuer leur érosion.

1.5.1.2 Dimensions des fossés

1. La profondeur minimale des fossés doit être de 30 cm.
2. Le fossé le plus stable est en forme de «V» et sa pente est de 2 à 1. Éviter les fossés en «U» parce que leurs parois verticales ont tendance à se dégrader ou à s'affouiller, ce qui a pour effet de saper le talus remanié et l'accotement de la chaussée.
3. Le fond des fossés en «V» facilite les opérations de nivellement là où des méthodes d'emprunt latéral sont utilisées.
4. Vues en coupe transversale, les pentes doivent avoir un angle stable (2 à 1) et les fossés doivent être conçus de manière à avoir la capacité hydraulique voulue, en réduisant l'affouillement au minimum à l'aide de saignées.
5. Les fossés doivent avoir une section transversale uniforme pour des raisons de sécurité et de facilitation de l'entretien.

1.5.1.3 Stabilisation des fossés

1. Dans les sols érodables, on peut ensemencer le fossé ou alors installer des matériaux textiles. Cette technique peut être très efficace dans des conditions d'écoulement lent et dans des sols érodables, mais peut favoriser la croissance d'herbe. Il est habituellement nécessaire d'élargir le fossé, surtout dans les sols érodables, et d'incliner les côtés à un angle moins prononcé.
2. Dans certains cas, l'ensemencement hydraulique peut être vaporisé dans le fossé (consulter l'annexe C). Comme c'est le cas pour de nombreux produits fabriqués, il est important de s'assurer que l'utilisation du stabilisateur n'aura pas de répercussions négatives, telles que la lixiviation, ni de conséquences ultérieures sur la qualité de l'eau du ruisseau.

L'eau des fossés ne doit jamais être drainée dans un cours d'eau, mais plutôt être acheminée vers la couverture morte végétale ou un étang de décantation.

1.5.2 Saignées et ponceaux diagonaux

Les saignées sont construites pour assurer l'écoulement de l'eau en direction opposée à la chaussée. Leur conception doit respecter les schémas de drainage existants, de sorte que l'écoulement s'éloigne des cours d'eau naturels. Les saignées doivent aboutir à l'extérieur de la zone non essouchée de 30 m et être suffisamment longues pour que l'eau parvienne à une zone de végétation (Figure 3).

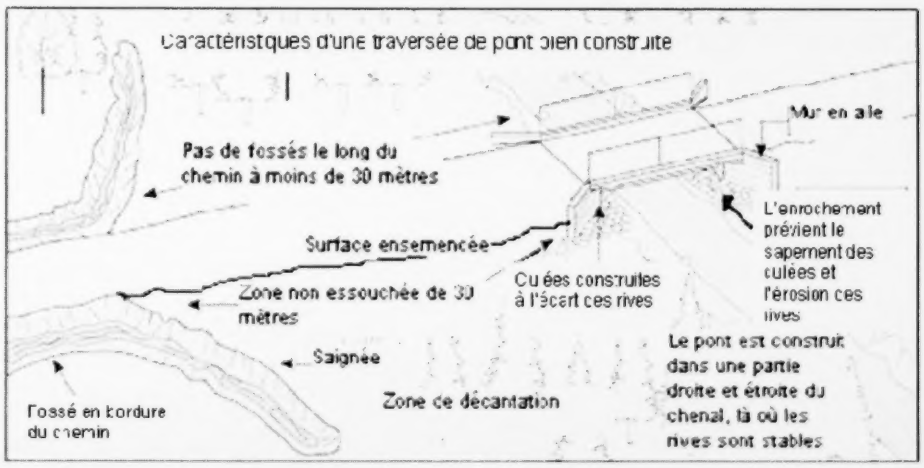


Figure 3. Construction du passage d'un pont

Les ponceaux diagonaux font passer l'eau d'un côté du chemin à l'autre. Ils sont installés pour permettre à l'eau de ruissellement qui s'est accumulée dans un fossé en bordure du chemin de poursuivre son écoulement dans le fossé à une intersection ou de passer sous la plate-forme puis de s'en éloigner à un endroit déterminé (Figure 4). Les ponceaux diagonaux sont utiles pour éviter l'accumulation excessive d'eau dans les fossés le long des chemins. L'utilisation de ponceaux diagonaux pour faire dévier l'écoulement vers le côté bas du chemin diminue l'érosion de la plate-forme et le potentiel d'envasement. L'espacement entre les ponceaux diagonaux est défini de la même manière que pour les saignées.

Il faut installer les ponceaux diagonaux selon les directives suivantes :

1. Prévoir un angle de 30° par rapport à la plate-forme pour permettre à l'eau de s'écouler plus rapidement dans le ponceau et ainsi de s'éloigner de la plate-forme.
2. Placer un épi ou une structure de dérivation de l'eau dans le fossé, à l'entrée du ponceau, de manière à y faire dévier l'eau. La partie avant de l'épi doit être couverte de roche pour éviter l'érosion ou le sapement du ponceau.
3. Placer le fond du ponceau au même niveau que celui du fossé selon une pente approximative de 4 % pour éviter l'accumulation de sédiments qui réduirait l'écoulement

de l'eau. Une pente de 4 % équivaut à une élévation ou une déclivité de 4 cm par mètre sur la longueur du ponceau.

4. Prévoir une ouverture dont le diamètre minimal est de 30 cm.

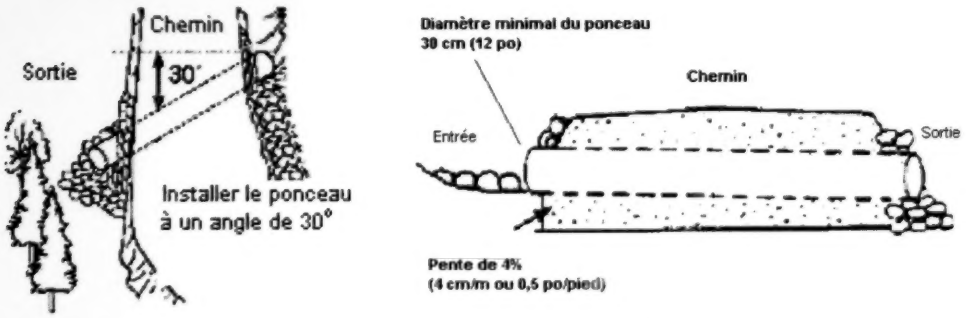


Figure 4. Installation d'un ponceau diagonal et pente de l'entrée jusqu'à la sortie

Il existe plusieurs endroits types pour la sortie d'un fossé à une saignée ou à un ponceau diagonal.

Les endroits les plus courants sont les suivants :

1. À la partie supérieure d'une pente prononcée. Le but est de disperser l'eau du fossé avant que le volume et la vélocité augmentent au bas de la pente, ce qui aurait pour effet d'accélérer l'érosion du fossé, de la couche de fondation ou de la berge haute.
2. Dans les zones d'infiltration.
3. Dans les zones où l'écoulement de surface localisé ne se fait pas de manière définie. Il est crucial de s'assurer que l'eau du fossé se dissipe dans la partie basse de ces zones. Si ce n'est pas le cas, l'écoulement de l'eau se poursuivra jusqu'au prochain segment du fossé, ce qui accroîtra le débit au début de la section suivante du fossé, augmentant les risques d'érosion.
4. À un endroit qui se trouve avant un site où l'érosion accélérée du fossé pourrait débuter. À nouveau, le volume et la vélocité de l'eau du fossé doivent être réduits pour prévenir l'accumulation et les risques de conséquences négatives sur les améliorations et les autres ressources.
5. À des points bas du profil du chemin.
6. À tout autre endroit jugé nécessaire durant la construction ou au moment des inspections suivant la construction.

1.5.2.1 Exigences d'espacement

Ponceaux diagonaux

a) Dans les pentes raides, là où le type de sol est vulnérable à l'érosion, les ponceaux doivent être placés en biais au travers du chemin de façon que l'eau s'écoule à un débit régulier. L'espacement minimal pour les ponceaux diagonaux ou les dérivations d'eau doit être déterminé comme suit :

$$\frac{500\ \text{m}}{\text{pente du chemin (en \%)}}$$

b) Dans les cas où le terrain ne se prête pas à l'installation d'un ponceau diagonal à cause d'un substrat rocheux, l'emplacement acceptable le plus proche doit être utilisé et l'espacement, repris.

Saignées

a) Dans les pentes raides, des épis et des fossés de dérivation doivent être utilisés pour limiter l'écoulement des eaux de ruissellement dans les fossés et éloigner cet écoulement du chemin et du cours d'eau vers la végétation ou le bois debout. L'espacement minimal doit être déterminé comme suit :

$$\frac{500\ \text{m}}{\text{pente du chemin (en \%)}}$$

b) Dans les secteurs où il y a un substrat rocheux ou que le terrain est élevé, l'emplacement acceptable le plus proche doit être utilisé et l'espacement repris.

c) Dans les endroits où la construction d'une saignée est impossible en raison de l'état de la pente ascendante, on doit utiliser des barrages submersibles, des étangs de décantation, des barrières géotextiles, des andains de retenue des rémanents ou d'autres dispositifs de captage des sédiments. Ces installations doivent être régulièrement entretenues pour conserver leur efficacité.

1.5.3 Étangs de décantation

Les étangs de décantation sont des bassins de retenue conçus pour permettre aux sédiments de se déposer au fond afin qu'on puisse les récupérer ultérieurement. Il s'agit d'une mesure temporaire permettant de protéger la qualité de l'eau pendant la construction. S'ils sont destinés à une utilisation à long terme, ils nécessitent un programme d'entretien périodique. Les étangs de décantation sont généralement situés en bas de pente de la chaussée, mais, dans certains cas, ils peuvent être intégrés dans des sections du fossé. Leur configuration et leur profondeur doivent permettre aux sédiments de se déposer et faciliter le nettoyage. Nous recommandons une pente de 4 à 1 pour les bords. Les étangs peuvent être ensemencés de végétation pour aider à filtrer les

sédiments. Les étangs de décantation sont efficaces uniquement dans des conditions de lent débit d'eau.

1.5.4 Barres de dérivation d'eau

Les barres de dérivation d'eau sont de petits billons de terre formés en diagonale à la surface du chemin par la lame d'une débusqueuse ou d'un porteur (Figure 5) pour intercepter les eaux de ruissellement et les diriger vers les fossés au lieu de les laisser couler sur le chemin. On utilise généralement les barres de dérivation d'eau sur des chemins ou des sentiers d'extraction abandonnés. Elles sont efficaces lorsque :

1. la sortie de la barre donne sur une zone résistant à l'érosion;
2. elles sont pratiquées à un angle de 30° par rapport au chemin;
3. elles sont construites de manière à créer un enfoncement de 30 cm par rapport à la surface du chemin;
4. elles prennent toute la largeur du chemin;
5. elles ont une pente de 2 à 4 %;
6. elles sont espacées selon la déclivité du chemin. Voici les valeurs d'espacement recommandées entre les barres :

Pente	Espacement (m)
< 5	38,0
5 – 10	30,0
10 – 20	23,0
20 – 30	15,0
> 35	7,6

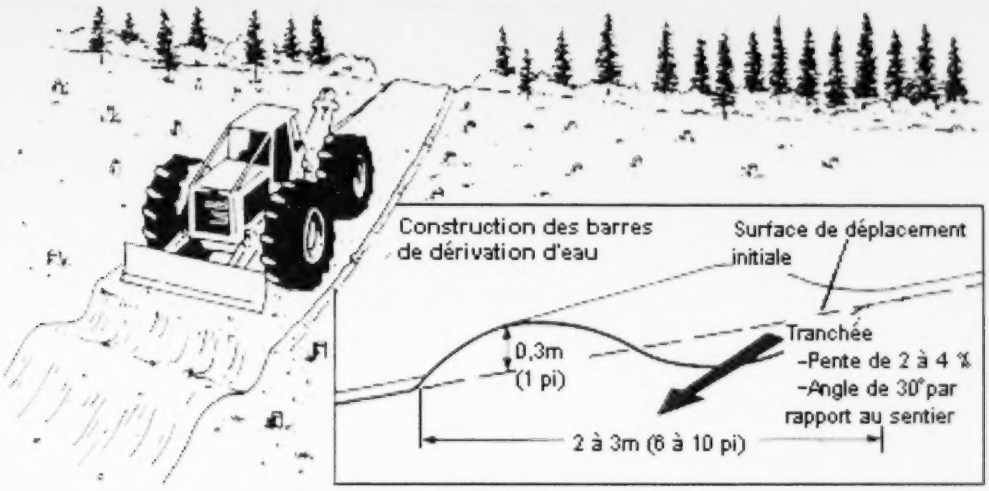


Figure 5. Spécifications pour la construction des barres de dérivation d'eau

1.5.5 Barrages de correction

Les barrages de correction sont installés pour diriger l'écoulement de l'eau vers l'entrée d'un ponceau. Ils sont faits de matériaux résistant à l'érosion et leur sommet est environ 0,3 m plus bas que le niveau du chemin adjacent. Cela est crucial si le ponceau se colmate et que le niveau d'eau s'élève au-dessus du barrage de correction. Ainsi, l'eau s'écoulera jusqu'à la section suivante du fossé au lieu d'être dirigée vers la surface du chemin par-dessus le barrage de correction.

Les barrages de correction ne sont pas nécessaires là où les fossés convergent. Il est important de s'assurer de la présence de barrages de correction efficaces. Ces derniers doivent être faits de matériaux suffisamment forts pour résister aux forces d'érosion de la quantité d'eau prévue transportée par le fossé.

1.6 Traverses de cours d'eau

En matière de construction de chemins forestiers, les objectifs concernant les traverses de cours d'eau sont les suivants :

1. construire un ouvrage sûr, solide, nécessitant peu d'entretien et sain pour l'environnement, dont l'ouverture sous le pont est suffisamment grande pour laisser passer les débits de pointe et les embâcles;
2. conserver une passe à poissons libre et non obstruée, qui fournit des voies de migration aux poissons pour le frai, l'alevinage, l'alimentation et l'hivernage;
3. prévenir la sédimentation du cours d'eau et l'érosion des rives et du lit causées par la construction et l'installation de l'ouvrage.

Toutes les traverses ont des répercussions sur l'environnement jusqu'à un certain point; une planification et une conception minutieuses peuvent contribuer à les réduire au minimum. Pour obtenir plus de détails sur les traverses de cours d'eau, consulter le chapitre 2 intitulé *«Traverses de cours d'eau»*.

1.7 Entretien des chemins

Il faut entretenir les chemins pour :

1. protéger l'intégrité de la structure du chemin et de l'emprise;
2. maintenir le fonctionnement des systèmes de drainage;
3. réduire au minimum la sédimentation;
4. satisfaire aux exigences de sécurité.

On doit déterminer les activités d'entretien requises en fonction des priorités, en tenant compte des retombées environnementales et de la sécurité. Les problèmes doivent être réglés lorsqu'ils sont mineurs de sorte qu'ils ne prennent pas d'importantes proportions ou deviennent des préoccupations continues pour la sécurité ou l'environnement.

1.7.1 Entretien de la largeur de coupe

Il est nécessaire d'effectuer le déblaiement de la largeur de coupe du chemin pour maîtriser la végétation et assurer une distance de visibilité sécuritaire en fonction de la vitesse prévue des véhicules. Par exemple, il existe des risques potentiels dans les cas où les broussailles restreignent la visibilité à l'intérieur d'une courbe ou aux approches des ponts, qui rétrécissent habituellement en une seule voie pour traverser l'ouvrage. Le déblaiement doit être effectué avant que la végétation soit trop importante (habituellement plus de 10 cm de diamètre) pour que le matériel disponible puisse couper efficacement.

On doit veiller à conserver les fossés dégagés de toute végétation de sorte que les conducteurs de matériel d'entretien puissent voir les ouvrages de drainage. Bien souvent, les ponceaux sont endommagés parce que les conducteurs de niveleuses ne peuvent en distinguer les extrémités au travers des broussailles qui poussent dans les fossés.

1.7.2 Entretien de la surface

Les activités d'entretien des chemins sont les suivantes :

1. Stabiliser les pentes de déblais-remblais du chemin, réparer les affouillements et améliorer les systèmes de drainage avant que surviennent des problèmes plus graves.
2. Demeurer à l'affût de tout signe précurseur de dommage. La couche de surface des chemins peut être gravement endommagée en raison des ornières creusées par les roues qui canalisent l'écoulement d'eau.
3. Enlever les roches détachées, les souches ou autres matériaux instables (y compris les arbres dangereux) qui présentent des risques pour les usagers.
4. Entretenir la végétation en procédant à l'ensemencement hydraulique ou à sec et à la fertilisation ou placer des dispositifs de régulation des sédiments et de l'érosion sur les déblais et remblais du chemin, aux endroits où des problèmes ont été constatés. L'ensemencement ponctuel pour combler les vides laissés par les programmes d'ensemencement se fait rapidement et facilement et est extrêmement efficace pour résoudre les petits problèmes avant qu'ils deviennent plus importants.
5. Remplir les affouillements mineurs (il y a également lieu d'évaluer les raisons pour lesquelles ces problèmes surviennent et de déterminer les mesures correctives à prendre pour les régler).
6. Réparer les ventres de bœufs en procédant à l'excavation et au remplacement des sols limoneux par des granulats convenables.
7. Bomber le chemin de sorte que l'eau puisse s'écouler immédiatement de la surface vers le fossé.

1.7.2.1 Nivellement

1. Niveler la couche de surface au besoin uniquement afin de conserver une surface de ruissellement stable et de préserver le drainage de surface initial.
2. Ne pas ramener les matériaux de la route sur le tablier des ponts.
3. Ne pas laisser de berme de matériaux sur le côté du chemin, car cela empêche l'eau de surface de s'écouler vers le fossé.
4. Ne pas déposer latéralement les matériaux dans des cours d'eau ou des endroits qui pourraient les acheminer vers les cours d'eau.
5. Il est préférable d'effectuer le nivellement vers le haut des pentes.

6. Les activités de nivellement ne doivent pas bloquer les saignées ni acheminer l'eau vers un cours d'eau.

Il est crucial que le nivellement ou toute autre activité effectuée à l'aide d'une machine ne nuise pas aux travaux prévus pour stabiliser le fossé.

1.7.3 Entretien des fossés

L'entretien des fossés et les travaux accessoires sont relativement simples. L'objectif est de maintenir un écoulement libre dans les fossés. Cependant, même un problème mineur, comme l'affouillement d'une berge haute ou une petite quantité de débris ligneux bloquant un ponceau, peut entraîner la perte d'un chemin ou avoir des répercussions négatives sur les autres ressources en seulement quelques minutes et souvent sans que personne s'en aperçoive avant.

1. Les fossés doivent être nettoyés et nivelés de sorte qu'aucun obstacle n'obstrue l'écoulement de l'eau. On doit prendre soin de ne pas miner les talus remaniés, ce qui pourrait les rendre instables.
2. On doit éviter les accumulations d'eau pour ne pas saturer le sol de fondation et contribuer à l'orniérage aux points faibles de la surface. L'installation de ponceaux diagonaux supplémentaires pourrait être nécessaire si l'on constate l'accumulation d'eau ou l'érosion (affouillement) au fond des fossés.
3. Nettoyer les ponceaux diagonaux pour en retirer les débris et éviter ainsi les colmatages qui pourraient entraîner les affouillements ou les inondations de la plate-forme.

1.7.4 Entretien des traverses de cours d'eau

On doit entretenir les ponts et les ponceaux en respectant les spécifications appropriées concernant la sécurité, l'environnement et les charges nominales. Il faut concevoir les ouvrages permettant de traverser les cours d'eau en gardant l'entretien à l'esprit. Les zones susceptibles de poser de graves problèmes de débris ou de sédimentation requièrent une attention particulière et il faut en tenir compte dans le choix de l'ouvrage. Il faut régulièrement inspecter et entretenir les ouvrages des traverses de cours d'eau pour s'assurer qu'elles fonctionnent correctement. Il est important de corriger tout problème d'entretien le plus tôt possible afin de rétablir la fonction normale et de réduire au minimum toute détérioration ultérieure du site ou du cours d'eau.

1.7.4.1 Ponts

Les éléments structuraux du pont, c'est-à-dire les culées, les piliers, les tirants, les longerons, les parapets et les traverses, doivent être réparés ou remplacés lorsqu'ils sont endommagés ou pourris, et ce, dès que l'on constate des faiblesses.

1.7.4.2 Ponceaux

On doit marquer les ponceaux à l'aide de ruban à drapeau pour rappeler aux conducteurs de matériel de faire preuve de prudence lorsqu'ils effectuent des activités d'entretien près des cours d'eau.

On doit procéder à des inspections régulières et ponctuelles des ponceaux pour s'assurer qu'ils fonctionnent comme prévu. Ces inspections doivent être effectuées immédiatement avant et durant la période des débits élevés d'eau, ainsi que pendant et après tout événement pluvio-hydrologique. Il faut vérifier le fonctionnement de toutes les installations après la construction et leur mise hors service saisonnière.

Les ponceaux présentent couramment les problèmes suivants :

1. *construction inadéquate :* cela peut entraîner un certain nombre d'autres problèmes relativement aux ponceaux; l'un des plus graves est l'affouillement du bassin de déversement et le fait de rendre le ponceau impraticable pour les poissons. Dans les cas de nouvelles constructions, ce problème doit être évité. Toutefois, les anciens ponceaux qui n'ont pas de passe à poissons doivent être évalués et remis en état à l'aide des méthodes appropriées. Cela pourrait nécessiter la reconstruction du ponceau ou la modification du site par retenue;
2. *colmatage causé par les débris en amont* : on doit enlever tout débris (y compris les digues de castors) des ponceaux dès que possible. Enlever manuellement les débris dès qu'ils commencent à s'accumuler. Les grilles à débris à l'entrée des ponceaux ne sont pas recommandées, mais elles doivent être installées, au besoin, uniquement au-dessus de la ligne des hautes eaux. Ces grilles peuvent être efficaces pour isoler et enlever les débris des blocs actifs situés en amont ou tributaires de cours d'eau contenant du poisson;
3. *activités des castors* : un entretien fréquent est requis parce que ces activités peuvent empêcher les poissons de passer et menacer l'état des chemins. Les problèmes causés par les castors peuvent être très persistants dans certaines zones et sont un important facteur à considérer dans le choix de la conception. En règle générale, les castors causent moins de problèmes aux ponts qu'aux ponceaux.

L'inspection et l'entretien continus des ouvrages de traverse des cours d'eau doivent être effectués pour s'assurer de leur bon fonctionnement.

1.7.5 Signalisation

Les panneaux de signalisation et les poteaux endommagés doivent être réparés ou remplacés.

2 Traverses de cours d'eau

2.1 Introduction

Ce document de travail fournit des conseils pratiques sur la sélection et la conception des ouvrages de traverse de cours d'eau sur les chemins forestiers et sur l'application de stratégies d'atténuation visant à éviter ou à réduire au minimum les répercussions environnementales à ces traverses. La conception d'ouvrages économiques de traverse de cours d'eau doit permettre le passage des poissons et l'écoulement de l'eau et offrir la capacité de supporter des véhicules.

Le meilleur moyen d'éviter les problèmes liés au passage du poisson consiste à choisir des ponts à portée libre ou des ouvrages hémisphériques. Les présentes lignes directrices visent à aider l'ingénieur ou le technicien en sylviculture à choisir l'ouvrage qui convient le mieux.

Ces lignes directrices ne remplacent pas les pratiques ou les méthodes d'ingénierie courantes. Tous les ouvrages de traverse de cours d'eau permanents ou temporaires qui sont situés sur les terres de la Couronne doivent être approuvés par le ministère des Ressources naturelles dans le cadre du processus du plan d'exploitation. En outre, les ouvrages de traverse de cours d'eau établis dans des zones de drainage de plus de 600 ha doivent faire l'objet d'un permis de modification de cours d'eau et de terres humides délivré par le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux.

2.2 Planification

1. Minimiser les besoins de traverse de cours d'eau grâce à une planification minutieuse du tracé des routes à l'aide de photographies aériennes, d'orthophotographies ou de cartes topographiques.

2. Après avoir déterminé l'emplacement d'un chemin provisoire sur des cartes ou des photographies aériennes, effectuer une inspection sur place au printemps ou à l'automne lorsque les problèmes de drainage sont les plus visibles.

3. Lorsqu'un chemin doit traverser un cours d'eau, la traverse doit être perpendiculaire à ce dernier si le cours d'eau est droit et étroit, que ses berges sont stables et que les approches ont une déclivité minimale.

4. Les *chemins forestiers* et les *chemins d'exploitation* doivent être construits l'été, lorsque les conditions environnementales sont les plus favorables.
    a) Prévoir l'exécution des travaux dans le cours d'eau de sorte que l'installation puisse se faire en une journée lorsque cela est possible. Apporter tous les matériaux sur place, y compris les dispositifs de protection contre l'érosion et la sédimentation, les matériaux et le matériel de travail au sec, les trousses en cas de déversement et les matériaux de stabilisation.

b) La période privilégiée pour l'installation des traverses de cours d'eau est celle qui va du 1er juin au 30 septembre, puisque c'est la période la moins critique pour les salmonidés.
c) Si la construction doit se faire à l'extérieur de cette fenêtre, une autorisation doit être obtenue auprès du directeur régional et elle fera l'objet d'un certain nombre de mesures supplémentaires de protection de l'environnement.

4. Selon le type de chemin requis, faire un premier choix quant au type de traverse le plus approprié. Par exemple, un *chemin forestier* nécessite une traverse permanente, alors qu'une traverse provisoire pourrait être utilisée sur un *chemin hivernal*.

5. Déterminer les permis et les approbations nécessaires.

6. Déterminer le type d'ouvrage requis, la conception et les matériaux *(section 2.6)*.

7. Déterminer la nécessité d'un passage à poissons *(section 2.7)*.

8. Déterminer la taille de l'ouvrage requis *(section 2.8)*.

2.3 Largeur du chenal

Tous les cours d'eau naturels contribuent à la qualité de l'eau en aval et à l'habitat des poissons et influent donc sur ces éléments. Par conséquent, le ministère des Ressources naturelles reconnaît la nécessité de sauvegarder même les petits cours d'eau (ceux dont la largeur du chenal est inférieure à 0,5 m) dans le cadre de la construction de chemins et d'autres activités forestières. La principale préoccupation à l'égard de ces petits cours d'eau réside dans le transport des sédiments, bien que l'influence sur la température en aval puisse aussi soulever des préoccupations lorsque le cours d'eau en question provient d'une source d'eau souterraine (source). Par la suite, les deux principales questions à examiner pour les ponceaux qui sont installés dans des cours d'eau naturels dont la largeur du chenal est inférieure à 0,5 m sont la stabilisation et l'essouchement.

Pour déterminer la largeur du chenal, les mesures devraient être prises dans une zone non perturbée représentative qui est directement en amont de l'emplacement proposé pour la traverse du cours d'eau, de la façon suivante :

1. Cinq mesures doivent être prises et leur moyenne, établie afin de déterminer la largeur du cours d'eau.

2. Les largeurs seront mesurées à partir du sommet d'une rive du chenal visible jusqu'au sommet de la rive opposée du cours d'eau (Figure 6).

3. La première mesure sera prise à un endroit qui semble constituer une largeur représentative du cours d'eau et quatre autres mesures de largeur seront prises à 5 mètres d'intervalle, en amont de l'endroit où la première mesure a été prise (Figure 7).

4. La moyenne des cinq mesures sera établie afin de déterminer la «largeur du chenal visible».

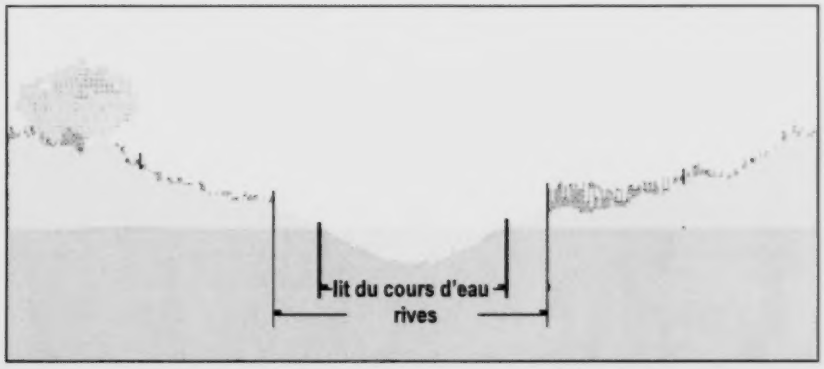


Figure 6. Représentation de la position du lit du cours d'eau et des rives.

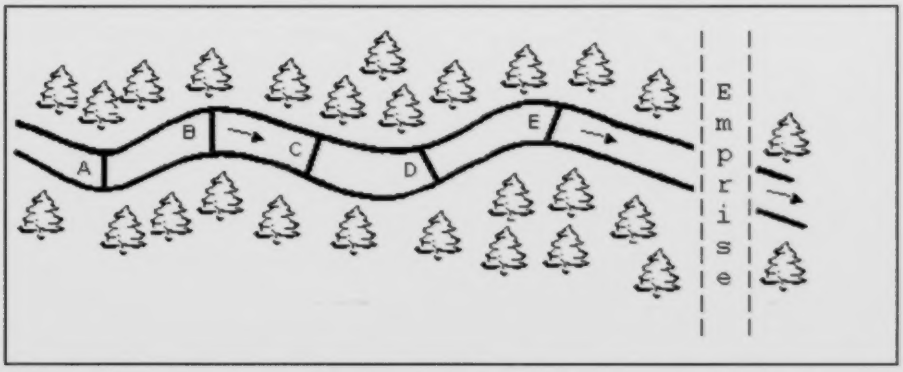


Figure 7. Échantillon représentatif d'une technique de mesure du canal adéquate.

Exemple :
Les largeurs sont mesurées comme suit :

A = 0,9 m; B = 1,7 m; C = 1,4 m; D = 1,1 m; E = 1,2 m

Résultat :
La largeur moyenne à utiliser dans les calculs est de 1,26 m.

2.4 Considérations d'ordre environnemental

2.4.1 Protection contre l'érosion et la sédimentation

La quantité de sédiments produite à une traverse de cours d'eau est directement proportionnelle à la sensibilité du sol à l'érosion, à l'importance de la zone perturbée exposée au ruissellement ou au débit du cours d'eau, à l'inclinaison des approches et à la perturbation causée par le défrichement. Les traverses de cours d'eau peuvent être divisées en deux étapes : 1° la préparation de l'approche et 2° l'installation proprement dite. Les lignes directrices environnementales générales et celles qui se rapportent à la préparation de l'approche sont décrites dans les *Mesures de protection contre l'érosion et la sédimentation (chapitre 3).*

En présence d'eau, la plupart des problèmes d'érosion et de sédimentation peuvent généralement être évités en utilisant diverses méthodes de contrôle pour réduire l'érosion en cours de construction et par la suite (figures 3, 24, 25 et 26). En voici des exemples :

1. conserver la végétation existante;
2. garder l'eau à l'extérieur du site;
3. isoler la zone des travaux;
4. travailler à partir du sommet de la berge;
5. utiliser des pièges à sédiments;
6. ériger des clôtures à sédiments le long des berges avant d'exécuter tout travail à proximité du cours d'eau;
7. stabiliser les remblais;
8. rétablir la végétation des sols dénudés;
9. utiliser des membranes géotextiles ou des systèmes de liaison des fibres pour accroître le succès du rétablissement de la végétation;
10. entreposer les matières retirées ou empilées pendant la construction (sol de déblai, matériaux de remblayage) de façon à empêcher la possibilité que les sédiments entrent dans le cours d'eau ou posent un risque de rupture de la berge.

2.5 «Au sec»

Chaque année, les chemins forestiers et les chemins d'exploitation traversent de nombreux cours d'eau sur les terres de la Couronne. Au Nouveau-Brunswick, toutes les traverses de cours d'eau sur les terres de la Couronne doivent être installées au sec. Les perturbations dans le cours d'eau augmentent les répercussions sur celui-ci; par conséquent, les installations au sec isolent essentiellement la zone des travaux de l'eau, réduisant ainsi les répercussions du limon et des particules fines sur les poissons et leurs habitats aquatiques.

2.5.1 Exemptions aux installations «au sec»

Les situations suivantes sont exemptées des exigences relatives à l'installation des traverses de cours d'eau au sec :

1. Les types d'installations qui sont «secs» par nature et qui ne nécessitent pas de système de pompage ou de dérivation du cours d'eau comprennent :

   a) les ponceaux voûtés hémisphériques qui ne nécessitent aucun travail dans le cours d'eau;
   b) les ponts qui ne nécessitent aucun travail dans le cours d'eau, à l'exception de la construction de batardeaux;
   c) les structures hémisphériques qui ne nécessitent aucun travail dans le cours d'eau.

2. Le battage de pieux pour la construction des ponts.

3. Les cours d'eau qui sont secs au moment de l'installation, à la condition que toute l'eau souterraine qui peut être rencontrée demeure dans la tranchée et ne puisse pas s'écouler en aval ultérieurement.

2.5.2 Planification et préparation des traverses de cours d'eau

1. Des plans d'urgence et des matériaux (notamment des sacs de sable de remblayage supplémentaires, de l'enrochement, des filtres à manches, des clôtures à sédiments, des pompes et des tuyaux, etc.) doivent être disponibles et prêts en tout temps, avant, pendant et après la construction, afin de pouvoir réagir rapidement et efficacement aux situations accidentelles ou imprévisibles.

2. Veiller à ce qu'un nombre suffisant de pompes d'une capacité appropriée soit sur place pour prendre en charge les débits prévus et toute augmentation éventuelle du débit pendant la période de construction. Les pompes (et les pompes de réserve) doivent avoir la capacité de pomper au moins 1,5 fois le volume d'eau présent.

3. S'assurer que des pompes et des génératrices de secours sont sur place ou rapidement disponibles.

4. Veiller à ce que tous les matériaux de construction de barrage et tout le matériel d'installation soient sur place avant le début de la construction.

5. S'assurer que les canaux de dérivation sont en mesure de contenir le débit prévu.

6. Choisir les matériaux de construction de barrage appropriés en fonction de l'importance du cours d'eau et de son substrat, de sorte que les perturbations dans le cours d'eau découlant de la construction du barrage soient minimisées.

7. Commencer les travaux dans le cours d'eau le matin afin que l'installation puisse se faire le même jour.

8. Entreprendre la construction seulement après avoir vérifié si des conditions météo défavorables ne sont pas prochainement prévues.

2.5.3 Isoler la zone des travaux

L'exécution des travaux au sec peut faciliter la construction et réduire de beaucoup la quantité de sédiments produits. Les batardeaux, les systèmes de pompage, les canaux et les dérivations temporaires de cours d'eau peuvent être utilisés pour isoler les chantiers de construction afin que le travail puisse se poursuivre en l'absence d'eau.

2.5.3.1 Tuyaux de dérivation, canaux et systèmes de pompage

Sur les petits cours d'eau, des tuyaux de plastique ou d'acier flexibles peuvent être utilisés pour transporter l'eau à travers le chantier ou le contourner. Cette technique exige que le cours d'eau soit endigué en amont du chantier de construction et que le tuyau soit placé sur une pente descendante favorable pour permettre le drainage. Les digues sont généralement faites de sacs de sable et d'une pellicule de plastique de 6 millièmes de pouce (Figure 10). Les digues en aval ne sont généralement nécessaires que si la pente n'est pas suffisante pour assécher le chantier. Les tuyaux de dérivation doivent être d'un diamètre qui permet de prendre en charge le débit maximal prévu au cours de la période d'installation. La technique de pompage utilise le tuyau de la pompe comme tuyau de dérivation (Figure 8).

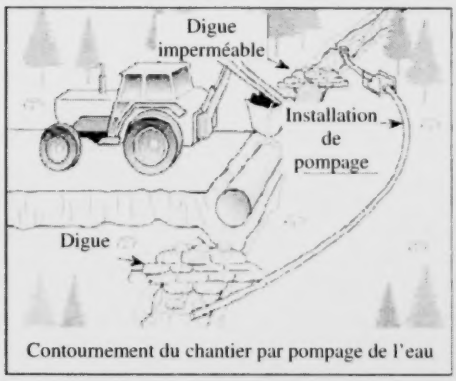


Figure 8. Système de pompage.

Lorsque des pompes sont utilisées, il est important que les prises d'eau soient grillagées afin d'empêcher que les petits poissons soient entraînés. Selon la capacité de la pompe, il est possible de créer des vitesses d'entrée qui dépassent la capacité du poisson d'échapper aux courants qui sont créés à la prise d'eau.

Présence de poissons **:** Lorsque des poissons sont coincés à l'intérieur de la zone des travaux qui doit «devenir sèche», il est important que les pompes qui assèchent le chantier soient équipées de grilles afin d'empêcher l'entraînement ou le coincement des petits poissons.

1. Lorsque de larges sections de cours d'eau où vivent des poissons doivent être asséchées, les poissons doivent être retirés du lieu des travaux par pêche électrique ou à l'aide de sennes ou de pièges.

2. Une fois que les poissons sont capturés, ils doivent être libérés dans un endroit sécuritaire en amont ou en aval du chantier.

3. Les opérations de sauvetage des poissons nécessiteront un permis du ministère des Pêches et des Océans.

4. Dans les zones qui ont une pente suffisante, il se peut qu'une simple voie d'évacuation (une petite tranchée) soit construite pour permettre aux poissons de se déplacer en aval lorsque l'eau s'écoule du lieu des travaux jusque dans le cours d'eau.

Directives de construction de prises d'eau (Figure 9) :

1. Les dimensions de la prise d'eau varient selon le débit. REMARQUE : 1 mètre carré de surface ouverte est requis pour 0,15 mètre cube d'eau pompée à la seconde.
2. La vitesse de l'eau à travers la grille ne doit pas dépasser 15 cm par seconde.
3. Un grillage métallique à ouvertures d'au plus 7,5 mm est fixé au cadre.
4. Si le fond de la cage repose sur le substrat, des ajustements doivent être apportés aux autres côtés en fonction de la «zone de prise d'eau» totale, sinon la cage doit être suspendue au-dessus du substrat.

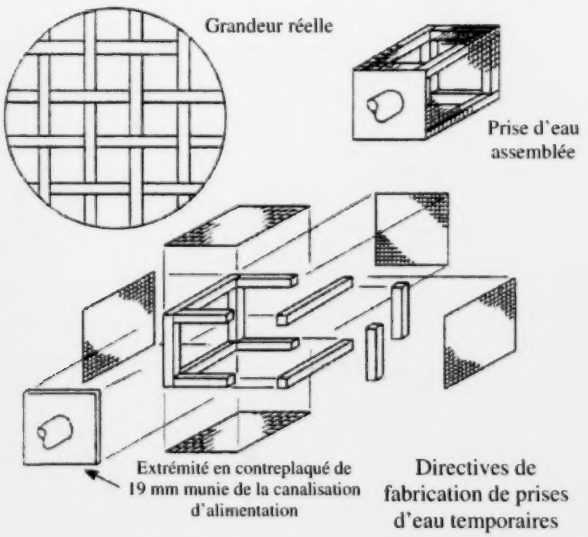


Figure 9. Directives de construction de prises d'eau pour les opérations de pompage associées aux traverses de cours d'eau installées au sec

Toute l'eau qui est pompée en amont de l'emplacement de la traverse du cours d'eau doit immédiatement retourner dans le cours d'eau en aval de cet emplacement.

Il est important de prendre des mesures aux points de déversement pour prévenir l'affouillement ou l'érosion résultant du volume et de la vélocité concentrés de l'eau qui sort du tuyau. Par conséquent, il convient de choisir un emplacement stable dans le cours d'eau ou d'ajouter des matériaux (comme du contreplaqué, des sacs de sable ou de grosses roches) afin d'absorber l'énergie de l'eau évacuée.

2.5.3.2 Batardeaux

Des batardeaux peuvent être nécessaires sur les cours d'eau importants afin d'isoler la zone des travaux du débit de l'eau. Ces ouvrages ne doivent pas réduire la largeur du cours d'eau de façon à entraîner l'érosion des berges opposées ou des zones situées en amont et en aval. Habituellement, au moins les deux tiers de la section du canal doivent être ouverts en tout temps. Les batardeaux doivent consister en un écran de palplanches ou une pellicule de plastique de 6 millièmes de pouce placée entre une couche interne de remblai de terre *in situ* et une paroi externe de roches, de sacs de sable ou d'une poutre en H attachée au bas d'une feuille de contreplaqué (figure 10). Les batardeaux doivent être suffisamment hauts et résistants pour prendre en charge les changements prévus de niveaux d'eau au cours de la période de construction. Tous les matériaux doivent être retirés une fois la construction terminée. Toute l'eau qui est pompée des zones des travaux à l'abri derrière les batardeaux doit être évacuée dans un étang de décantation ou une zone de végétation afin de permettre aux sédiments de se déposer avant que l'eau puisse entrer de nouveau dans le cours d'eau.

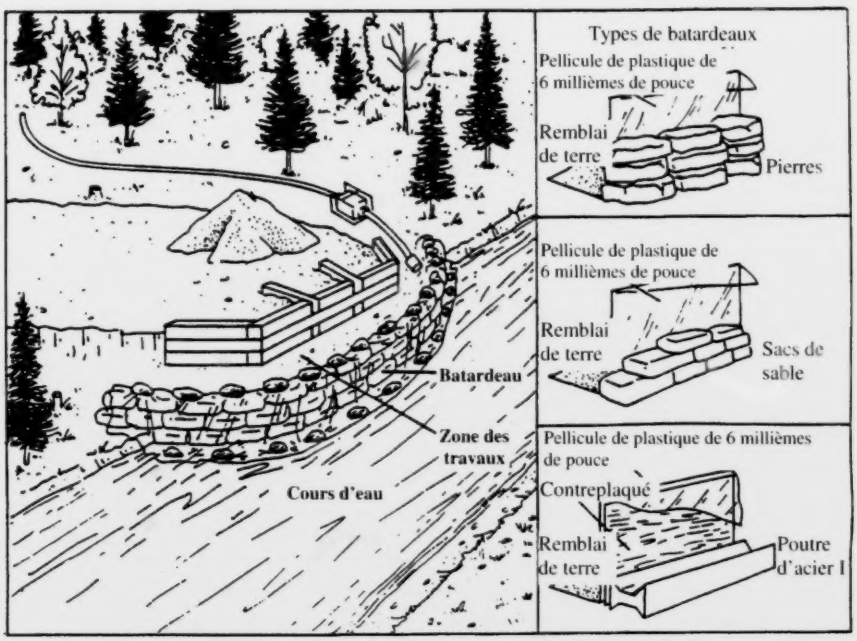


Figure 10. Les batardeaux sont des barrages temporaires qui peuvent être utilisés seuls pour l'isolation des rives ou avec des déviations temporaires.

2.5.3.3 Déviations temporaires de cours d'eau

Les canaux temporaires de déviation de cours d'eau doivent être construits parallèlement au chenal existant. Afin de réduire au minimum la production de sédiments, ils doivent toujours être creusés à l'abri de l'écoulement d'eau, en commençant à l'extrémité située en aval et en continuant en amont. Le canal de déviation doit être recouvert d'une pellicule de plastique de 6 millièmes de pouce maintenue en place à l'aide de pierres (Figure 11). Une fois que le canal de déviation est prêt, le cours d'eau doit être endigué à l'aide de sacs de sable et d'une pellicule de plastique et l'eau déviée dans le canal temporaire. Une fois la traverse du cours d'eau terminée, l'eau est redirigée dans le chenal d'origine et le canal de déviation doit être fermé, en commençant par l'extrémité située en amont. Une fois cette action terminée, les mesures nécessaires doivent être prises pour stabiliser l'emplacement et rétablir la végétation.

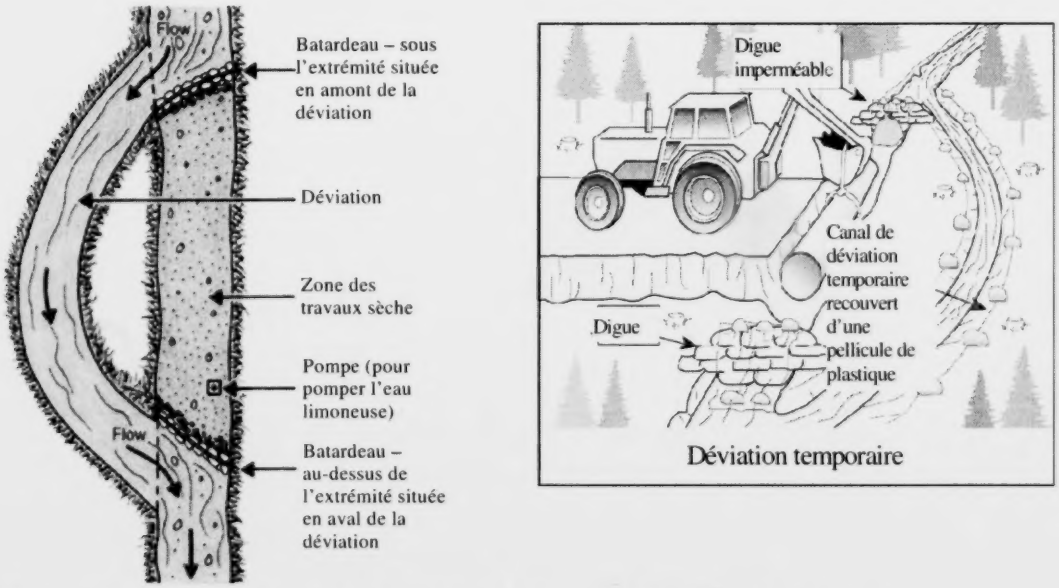


Figure 11. Le canal temporaire de déviation de cours d'eau convient davantage aux modifications dans les endroits où l'espace n'est pas limité.

2.5.3.4 Assèchement du chantier

1. L'eau qui est pompée de la zone d'excavation doit être déversée dans un piège à sédiments, dans un filtre à manches pour terres humides ou dans une zone de végétation afin de permettre un filtrage suffisant de l'eau déversée et d'empêcher l'érosion ou l'affouillement du substrat à la sortie du tuyau d'évacuation.

2. Placer les tuyaux d'évacuation de façon à minimiser les interférences avec les activités de construction et à faire en sorte que les sorties de tuyau soient placées adéquatement, de façon que toute l'eau pompée de la zone des travaux soit déversée dans un étang de

décantation ou une zone de végétation afin de permettre aux sédiments de se déposer avant que l'eau puisse entrer de nouveau dans le cours d'eau.

3. Installer les digues en amont et en aval suffisamment loin de la zone de tranchée pour que leur intégrité ne soit pas menacée au cours de la préparation du site ou de l'installation du ponceau.

4. Installer au besoin une doublure en plastique de 6 millièmes de pouce afin de réduire l'infiltration à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone isolée.

2.6 Détermination du type d'ouvrage

De nombreux facteurs ont une incidence sur le type d'ouvrage qui convient dans un lieu donné :

1. la longueur d'ouvrage requise;
2. la géométrie de la traverse de cours d'eau;
3. le chargement de sédiments et de débris;
4. la stabilité du terrain;
5. l'importance du Q100;
6. la présence d'importants habitats de poissons;
7. la faisabilité économique;
8. la sécurité des humains.

La conception et le choix d'un ouvrage acceptable reposent sur la faisabilité d'assurer le passage du poisson sur le plan technique et économique, ainsi que sur la capacité d'atteindre d'autres objectifs environnementaux comme la protection des habitats de poissons importants et la prévention de l'érosion et de la sédimentation. Le choix final est fait en fonction d'une évaluation des coûts et de la capacité de satisfaire aux critères de conception hydrologique et hydraulique du site.

Ce processus n'est abrégé que dans les situations où la solution est évidente, comme lorsqu'un ponceau hémisphérique traverse le cours d'eau au complet, lorsque la largeur du cours d'eau ou les conditions du terrain exigent un pont ou lorsque le site est plat (pente inférieure à 0,5 %) et que les dimensions du ponceau permettent de maintenir la largeur naturelle du chenal.

2.7 Détermination des cours d'eau où vivent des poissons

Il est obligatoire en vertu de la *Loi sur les pêches* du Canada qu'un passage sécuritaire soit assuré sur tous les cours d'eau où vivent des poissons. Le passage sécuritaire des poissons signifie le mouvement libre de ceux-ci à l'intérieur des cours d'eau, des lacs et des rivières – ce passage est nécessaire aux poissons pour qu'ils puissent compléter les étapes critiques de leurs cycles de vie. Les poissons adultes migrent généralement vers les frayères qui sont situées en amont et en aval

des ouvrages de traverse de cours d'eau, alors que les jeunes poissons dépendent souvent des déplacements locaux vers les aires de croissance ou d'hivernage.

Tous les cours d'eau doivent être classés comme abritant des poissons, à moins que les documents suivants ne prouvent le contraire. Ces documents doivent être soumis et examinés par le biologiste des pêches régional:

1. une description écrite de l'habitat présent;
2. des photographies prises au lieu de traverse proposé, à la fois en amont et en aval du site;
3. tout inventaire de pêche existant.

2.7.1 Options de conception pour le passage du poisson

La conception d'un ouvrage pour le passage du poisson peut s'avérer une entreprise complexe. La conception de base exige une compréhension des critères relatifs au passage du poisson, de l'aspect hydraulique des ouvrages de traverse de cours d'eau et du meilleur moyen de faire correspondre ces facteurs aux caractéristiques physiques d'un site. Les organismes responsables des pêches préfèrent l'utilisation de ponts ou de ponceaux hémisphériques sur les cours d'eau où vivent des poissons puisqu'ils maintiennent le lit naturel en traversant le cours d'eau (Figure 14 et Figure 15).

Les ouvrages de traverse de cours d'eau qui ont été les plus souvent utilisés sur les chemins forestiers par le passé sont les ponceaux tubulaires et ces ouvrages sont associés à certains des problèmes les plus courants liés au passage du poisson. Toutefois, grâce à des techniques adéquates, de nombreux problèmes de conception et de construction inadéquates des ponceaux peuvent être atténués. Ces ponceaux deviennent alors des options viables sur les plans environnemental et économique. La capacité d'un poisson de traverser un ponceau est limitée par les facteurs suivants:

1) les conditions à l'entrée;
2) la profondeur de l'eau et la vitesse du débit;
3) la longueur et la pente du ponceau;
4) la performance natatoire du poisson.

La profondeur d'eau minimale requise pour qu'un poisson puisse nager est de 15 à 23 cm. La vitesse du poisson doit dépasser celle de l'eau pour qu'il soit capable de traverser un ponceau. La performance natatoire du poisson varie selon son espèce, sa taille, la qualité de l'eau et les conditions hydrauliques. Cependant, les directives suivantes s'appliquent en règle générale:

1) pour un ponceau de moins de 25 m de longueur, la vitesse moyenne de l'eau ne doit pas dépasser 1,2 mètre par seconde;
2) pour un ponceau de plus de 25 m de longueur, des mesures supplémentaires de passage du poisson peuvent être requises selon les conditions propres au site.

Si la pente du fond du ponceau est supérieure à 0,5 %, le passage du poisson devient difficile et des plans détaillés sont nécessaires.

2.8 Détermination de l'ouverture requise

La capacité minimale des ponceaux et des ponts au Nouveau-Brunswick se fonde sur une périodicité de 100 ans (Q100), ce qui signifie que l'ouverture sous le pont doit pouvoir suffire en cas de crue ou d'inondation ayant une chance sur 100 de se produire au cours d'une année donnée.

Une règle physiographique est utilisée pour déterminer le débit de pointe au Nouveau-Brunswick. Cette méthode a été mise au point à partir d'une analyse de toutes les données relatives aux débits de pointe mesurés sur les cours d'eau d'une région donnée. La règle physiographique est une simple équation qui établit une relation entre le débit de pointe et l'étendue de la surface drainée, modifiée par une valeur constante qui compense les différences régionales sur le plan du ruissellement. Une fois que le débit est déterminé, il ne reste plus qu'à y faire correspondre la bonne dimension d'ouvrage à l'aide des nomogrammes (annexe D).

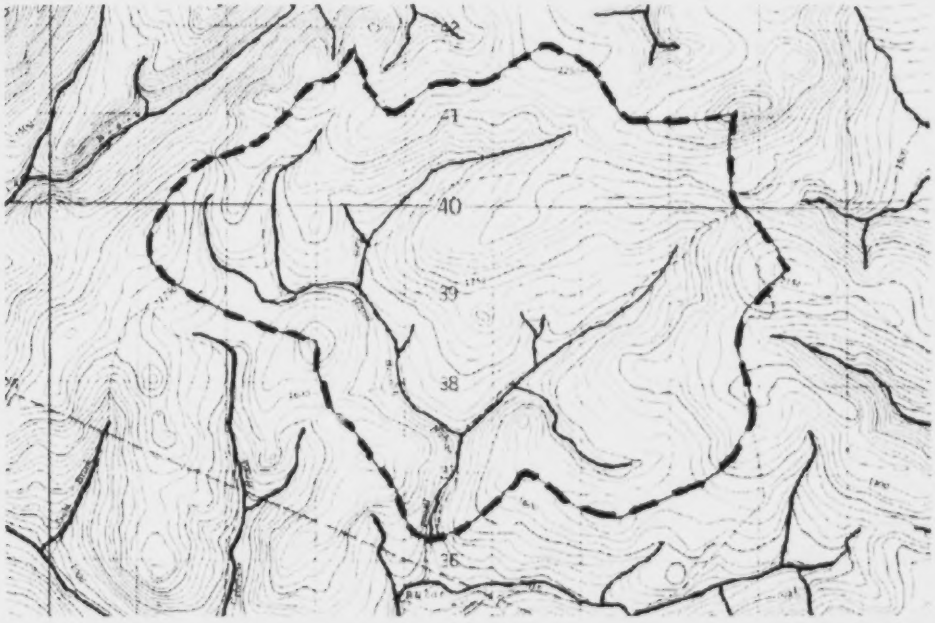


Figure 12. À l'aide d'une carte montrant les courbes de niveau, il est possible de délimiter la zone de drainage en n'importe quel point d'un cours d'eau en reliant les points les plus élevés des terres entourant le cours d'eau et ses affluents, en amont de ce point. Cette zone est ensuite convertie en débit (pi^3/s) et la dimension de l'ouverture peut être déterminée à partir d'un nomogramme ou d'un tableau (annexe D).

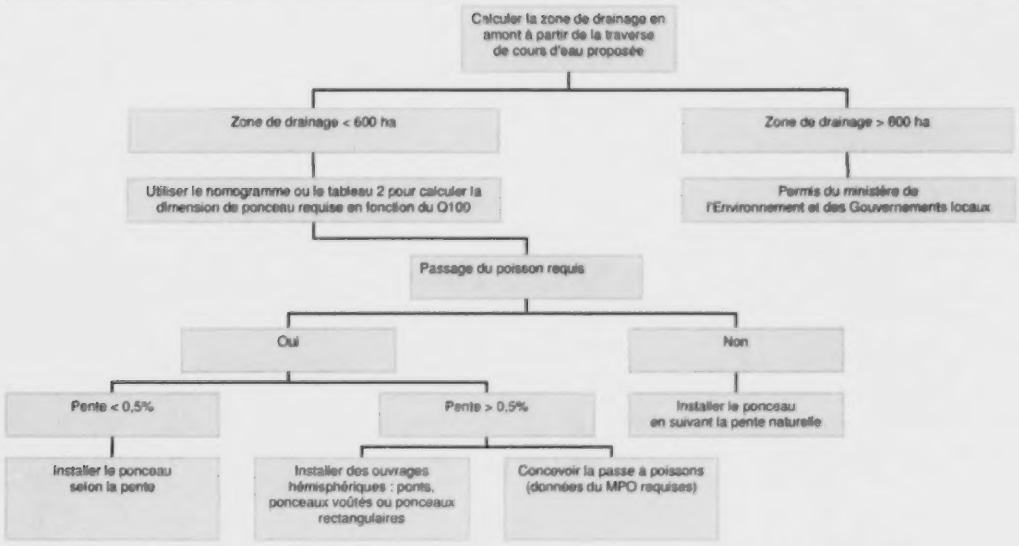


Figure 13. Détermination des ouvrages de traverse de cours d'eau appropriés.

2.8.1 Ponts

Les ponts sont les ouvrages de traverse de cours d'eau qui ont le moins d'incidence sur le passage du poisson et les habitats aquatiques lorsqu'ils sont conçus et construits avec des culées qui ne réduisent pas la largeur du chenal. Les ouvrages à portée libre permettent de maintenir le profil du chenal du cours d'eau, n'en modifient pas les pentes et laissent facilement passer les sédiments et les débris. Les ponts ne nécessitent aucune analyse du passage des poissons, mais ils doivent tout de même être conçus en fonction du Q100. Les types courants vont des ponts à longerons en billes avec tabliers de bois aux ponts à poutres d'acier. Diverses techniques sont utilisées pour soutenir les ponts, y compris les caissons, les tuyaux d'acier, les murs de soutènement en acier, les murs en béton coulé sur place ou en parpaing préfabriqué, le bois de construction et les piliers lorsque cela est possible. Les piliers dans le cours d'eau doivent être évités.

Les décisions d'utiliser un pont plutôt qu'un ponceau s'appuient sur des questions économiques et techniques, les paramètres du site, y compris les habitats importants comme les frayères, les facteurs environnementaux, les exigences relatives au passage du poisson (pente du cours d'eau), les aspects hydrauliques et les exigences en matière d'entretien. Les ponts sont aussi moins sujets aux problèmes liés aux castors et ils sont préférés aux ponceaux dans de nombreuses régions où les castors constituent une préoccupation importante.

Un pont permanent type est illustré à la Figure 14.

Les étapes ci-dessous présentent les directives d'installation générales pour la construction de ponts :

1) Les ponts doivent être construits avec du bois ayant une longue durée utile, comme le cèdre, le mélèze ou la pruche.
   a) Le bois traité sous pression, comme le bois traité à la créosote ou au pentachlorophénol (pentox), ne devrait pas être utilisé sous la cote de crue normale. Le bois de construction utilisé au-dessus de la cote de crue normale qui a été traité sous pression, avec notamment de l'arséniate de cuivre et de chrome (sel de Wolman), doit être séché sur la terre ferme de façon à en exposer toutes les faces à l'air pendant au moins 21 jours avant la construction.

2) Placer les culées en retrait du chenal du cours d'eau de sorte que l'excavation et le remblayage n'empiètent pas sur la cote de crue observée du cours d'eau. La travée ne doit pas gêner le débit naturel de l'eau et doit être d'une longueur suffisante pour prendre en charge les eaux de crue prévues.

3) Lorsque cela est possible, faire fonctionner tout le matériel à partir du sommet de la rive et utiliser des barrières géotextiles pour isoler la zone des travaux et retenir les sédiments du chantier pendant la construction et l'installation. Les machines ne doivent pas être placées dans la partie mouillée du chenal.

4) Un batardeau doit être construit pour détourner le débit vers le côté opposé du chenal pendant les travaux.

5) Lorsqu'une infiltration d'eau survient pendant l'excavation avant qu'une fondation solide ait été atteinte, envisager d'approfondir l'excavation et de la remblayer avec de la roche abattue compactée.

6) Les culées en caissons doivent être faites de pièces de bois équarries et peuvent comprendre une «face» ouverte ou fermée. Les caissons à face fermée sont plus efficaces pour empêcher les matériaux de remblayage d'entrer dans le cours d'eau puisqu'il n'y a aucun espace entre les pièces de bois successives. Les culées en caissons :
   a) doivent reposer sur une fondation ferme comme un substrat rocheux, un rocher ou une couche de gravier bien compacté d'au moins 15 cm (6 po) d'épaisseur. Lorsque le sol est très meuble, il se peut que la fondation doive être creusée jusqu'à une profondeur de 60 à 90 cm (2 à 3 pi) afin d'assurer une semelle adéquate pour les culées en caissons;
   b) doivent être situées sur les rives normales ou à l'extérieur de celles-ci afin de minimiser les besoins d'excavation dans le cours d'eau et d'empêcher l'«étranglement» du débit;
   c) doivent être alignées de façon à ne pas diriger le débit de l'eau vers les berges du cours d'eau;
   d) doivent être installées en dessous de la profondeur d'affouillement possible. Les dommages causés par l'affouillement ou le sapement de la culée peuvent être grandement réduits en installant la culée et ses murs en ailes à au moins 30 cm (12 po) en dessous du

fond du lit du cours d'eau;

e) ne doivent pas être remblayées avec du sable ou du limon, notamment dans le cas d'une culée en caisson à face ouverte. En règle générale, les pierres ou le gravier constituent les meilleurs matériaux de remblayage pour les culées en caissons;

f) doivent être construites de façon qu'une culée soit terminée avant que l'autre soit commencée.

7) Placer des appuis à la partie supérieure du caisson pour soutenir les longerons. Les appuis sont fabriqués en plaçant une pièce de bois de seconde face ou une plaque d'appui juste derrière la pièce de bois de première face. La plaque d'appui doit être affleurée avec les murs en ailes.

8) Des plaques de butée placées sur des cales situées derrière les appuis doivent être construites aux deux extrémités des longerons afin de les empêcher de glisser sur les appuis.

9) Les longerons doivent être posés en travers des culées afin de soutenir le poids du pont et la circulation qu'il supportera. Les longerons doivent être placés dans la direction du chemin et dépasser d'au moins 45 cm de chaque culée. Le nombre et les dimensions exactes dépendent de la conception du pont, mais les longerons ne doivent généralement pas mesurer moins de 15 cm carrés ni être placés à plus de 0,5 mètre de distance. N'utiliser que du bois solide et sans défaut.

10) Les traverses doivent être placées perpendiculairement aux longerons. Elles doivent être espacées également le long des longerons, avec un porte-à-faux égal au-delà des longerons externes.

11) Le platelage est placé sur le tablier pour servir de roulement aux véhicules. Il est généralement constitué de planches d'au moins 5 cm d'épaisseur, avec au moins deux planches placées côte à côte pour former des «voies» dont la largeur et l'espacement conviennent au type de véhicules qui franchiront le pont.

12) Du bois de construction ou une bordure doit être posé le long du bord extérieur du pont.

13) Un garde-corps peut aussi être placé le long de chaque côté du pont pour servir de guide à la circulation. Un réflecteur de lumière attaché au garde-corps constitue une caractéristique de sécurité importante si le pont doit être utilisé la nuit.

14) De l'enrochement ou des murs en ailes doivent être placés à la fois du côté amont et du côté aval du pont pour empêcher l'érosion. Placer l'enrochement le long des rives, sous le pont et dans les zones amont et aval du pont vulnérables à l'érosion. L'enrochement doit se prolonger au-dessus du niveau de crue et être d'une dimension permettant de résister aux vélocités prévues du débit du cours d'eau.

15) Les murs en ailes doivent être maintenus en place à l'aide de tirants d'ancrage afin qu'ils ne

soient pas poussés dans le cours d'eau par le poids du remblayage. Les murs en ailes contribuent à la protection contre l'érosion, à la stabilisation des berges et à l'intégrité de la structure.

16) Le sol dénudé doit être stabilisé contre l'érosion le plus tôt possible afin de diminuer l'envasement du cours d'eau. Si l'installation prend plus d'une journée, le sol dénudé doit être stabilisé à la fin de chaque jour. Des directives d'ensemencement sont fournies à l'annexe C. Le paillis, lorsqu'il est utilisé, doit être appliqué à raison d'une balle pour 25 m^2 et être répandu uniformément sur toute la zone dénudée.

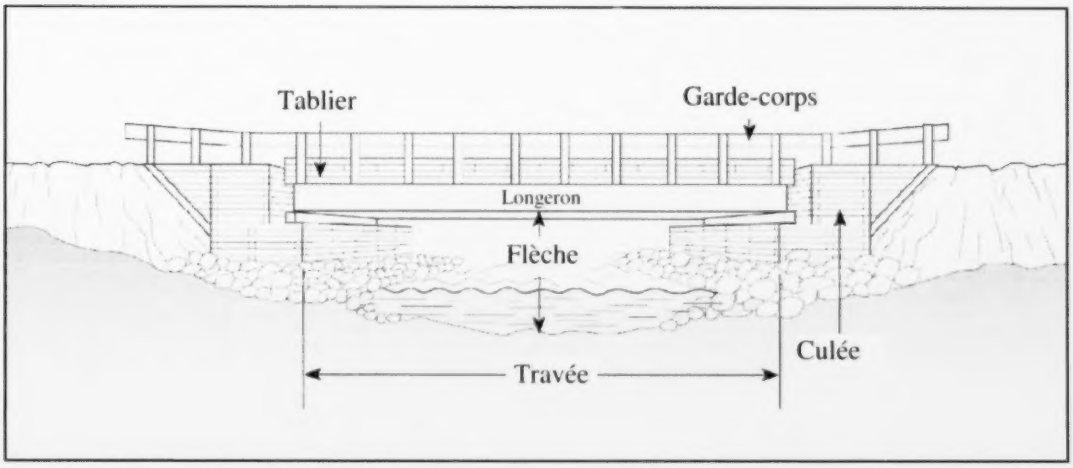


Figure 14. Paramètres de calcul de l'ouverture sous un pont.

2.8.1.1 Culées avec mur de soutènement

Des culées avec mur de soutènement en acier galvanisé peuvent être utilisées au lieu des caissons en bois traité habituels. Le revêtement en acier galvanisé assure un rendement sans entretien à long terme. Ces culées peuvent être assemblées à un autre endroit et transportées jusqu'au chantier de construction. Des matériaux bien compactés doivent être utilisés à l'intérieur du mur de soutènement avec une plaque d'appui en ciment. Les murs de soutènement doivent reposer sur une fondation adéquatement préparée parce que les éléments d'acier peuvent être surchargés et se fissurer si un tassement important se produit. Les pièces doivent être alignées avec précision avant que chaque boulon puisse être inséré, ce qui peut s'avérer difficile sur une fondation inégale. Des pièces supplémentaires doivent être sur place pour éviter les délais coûteux. Les ouvrages avec murs de soutènement peuvent nécessiter du matériel plus gros pour l'installation.

2.8.2 Ponceaux hémisphériques

Les ouvrages hémisphériques, y compris les ponceaux en bois équarri et voûtés en acier, sont semblables aux ponts, puisqu'ils enjambent généralement tout le lit du cours d'eau et minimisent les répercussions sur le chenal naturel du cours d'eau (Figure 14). Ils constituent une bonne solution de rechange lorsque des préoccupations à l'égard de l'habitat des poissons ou des limites relatives à la hauteur du remblai de la route empêchent d'utiliser un ponceau tubulaire rond traditionnel. Les arches en acier ont différentes travées et formes, allant de profils bas à des profils élevés et de formes voûtées à des formes rectangulaires. Les ouvrages hémisphériques sont vulnérables à l'affouillement par le dessous et doivent être placés sur des remblais non érodables, fixés dans le substrat rocheux ou le till ou surdimensionnés pour faire en sorte que les semelles ne soient pas vulnérables à l'affouillement. L'installation, la stabilisation du site après la construction et le rétablissement de la végétation sont beaucoup plus simples que dans le cas des ponceaux métalliques.

2.8.2.1 Avantages

Les ponceaux hémisphériques procurent un libre passage à toutes les catégories de poissons en conservant le lit naturel du cours d'eau et sa pente. La vitesse de l'eau demeure essentiellement la même et ils peuvent être conçus de façon à garder la largeur normale du cours d'eau. Les larges travées permettent le passage de débits élevés sans accroître considérablement la profondeur de l'eau. Des ponceaux métalliques à profil bas sont offerts pour les faibles hauteurs de remblai et des ponceaux rectangulaires, pour les remblais plus profonds. Ils ne nécessitent généralement pas de travaux dans l'eau et les machines n'ont pas besoin de traverser le cours d'eau lorsque la travée du ponceau est dans le rayon d'action d'une pelle rétrocaveuse. Le ponceau voûté peut être préalablement assemblé pour être installé en une seule pièce ou être assemblé sur place. La conception voûtée élimine le problème de corrosion au fond du tuyau. Pour les installations temporaires, la conception voûtée offre des possibilités de récupération supérieures à celles des ponceaux réguliers en raison de l'épaisseur accrue de l'acier.

2.8.2.2 Inconvénients

Les ouvrages hémisphériques sont vulnérables à l'érosion et à l'affouillement. Le temps d'installation d'un ponceau voûté est supérieur à celui d'un pont, mais l'arche ne demande aucun entretien, ce qui permet de réduire les coûts à long terme associés à l'entretien.

2.8.2.3 Ponceaux en bois équarri

Un ponceau en bois équarri typique est présenté à la Figure 14. La structure de base d'un ponceau rectangulaire est semblable à celle d'un pont. La méthode de construction est donc elle aussi semblable. Les parois latérales peuvent être considérées comme des faces de culée sans murs en ailes. Les ponceaux rectangulaires qui sont installés sur un terrain meuble doivent être munis de traverses à environ tous les mètres pour réduire l'affaissement au minimum.

2.8.2.4 Ponceaux voûtés hémisphériques

Les ponceaux voûtés hémisphériques sont offerts avec des semelles en plaques d'acier ou ils nécessitent des semelles de béton, qu'elles soient préfabriquées ou coulées sur place. Les

semelles de béton préfabriquées exigent des travaux limités dans le cours d'eau et peuvent permettre la réutilisation de l'arche (pour une traverse temporaire par exemple). Lorsque les semelles ne peuvent pas être encastrées, des cornières transversales en acier peuvent être installées entre les plaques de semelle et la semelle peut être placée sur le lit du cours d'eau. Les cornières transversales servent alors de membrures pour résister à la poussée latérale du terrain. Un lit de gravier doit être préparé pour remplir les zones basses et assurer un soutien uniforme de la semelle. Des matériaux géotextiles doivent être placés sur la semelle extérieure et la fondation avant le remblayage afin d'empêcher toute perte future de matériaux de remblayage.

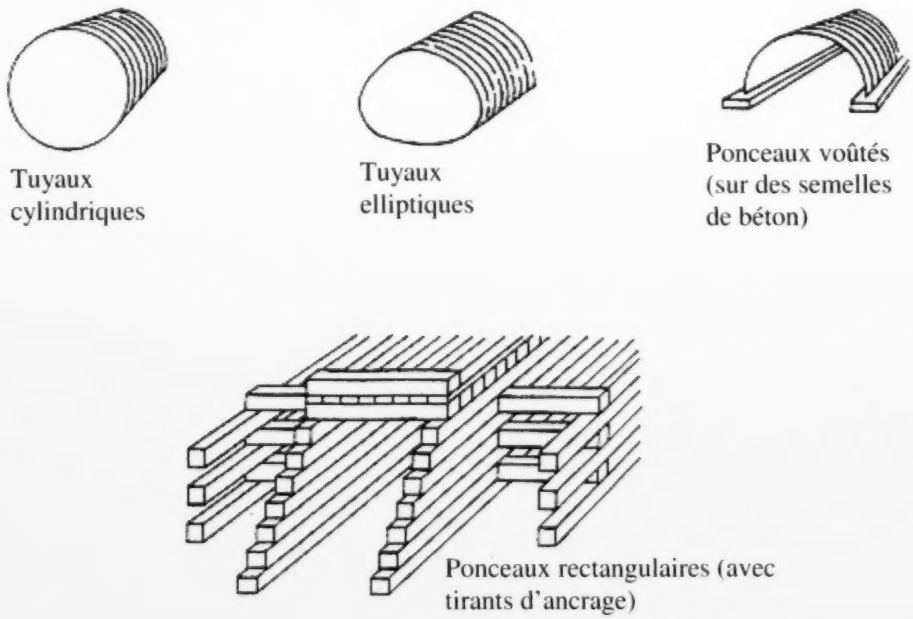


Figure 15. Types d'installations de ponceaux.

2.8.3 Ponceaux tubulaires

Les deux types de canalisation qui sont les plus couramment utilisés dans l'industrie forestière sont la tôle d'acier ondulée et le polyéthylène ondulé. Les ponceaux qui sont constitués de ces matériaux peuvent généralement être installés rapidement; ils soutiennent la circulation intense et résistent à certains mouvements dans des fondations souvent instables.

2.8.3.1 Ponceaux métalliques

Les ponceaux tubulaires métalliques sont les plus couramment utilisés dans la construction de chemins forestiers. Ils sont habituellement fabriqués avec un revêtement galvanisé. Pour procurer différents degrés de résistance selon les situations, les tuyaux métalliques sont offerts en plusieurs qualités comportant diverses mesures d'épaisseur de paroi et d'ondulation.

2.8.3.2 Ponceaux ondulés

Les ponceaux d'acier ondulés s'installent facilement, résistent aux déformations lorsqu'ils sont installés correctement, sont ignifuges, se prêtent plus facilement au remblayage que les tuyaux en polyéthylène, sont offerts en différentes longueurs et formes sur commande, sont disponibles chez nombre de fournisseurs et se transportent facilement. Toutefois, ils sont plus lourds que les tuyaux en polyéthylène, plus difficiles à couper ou à tailler sans chalumeau coupeur ou scie appropriée et peuvent être endommagés en cours de manutention avant l'installation et par le matériel une fois installés.

2.8.3.3 Ponceaux en polyéthylène

L'utilisation de ponceaux en polyéthylène dans la construction de chemins forestiers se limite généralement aux drains transversaux et aux ponceaux pour petits cours d'eau. Ce type de tuyau est un produit en thermoplastique fabriqué à partir de polyéthylène haute densité et il est habituellement choisi lorsque les fondations sont stables et que les matériaux sont bien calibrés. En outre, il est souvent utilisé dans l'installation de drains souterrains parce qu'il est souple et léger et qu'il peut être coupé et joint à l'aide d'outils à main. Toutefois, ces ponceaux peuvent être emportés par l'eau et ils sont plus susceptibles de se perforer que l'acier si des matières grossières sont utilisées pour le remblayage.

La méthode et les spécifications générales d'installation des ponceaux sont énoncées ci-dessous. Une installation de ponceau type est présentée à la Figure 16.

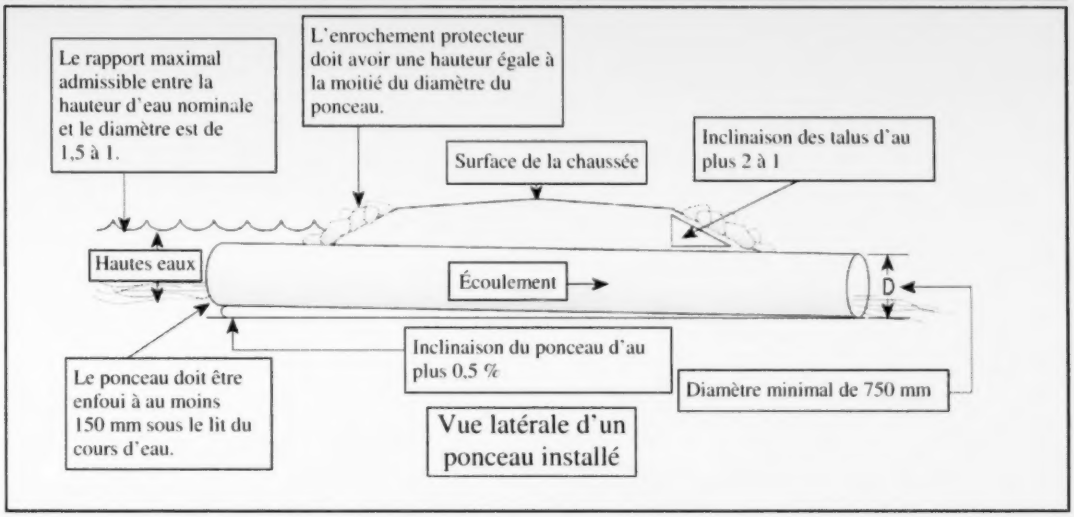


Figure 16. Normes requises pour l'installation de ponceaux.

2.8.4 Préparation et installation des ponceaux

1. Des excavatrices et des pelles rétrocaveuses sont utilisées pour l'installation des ponceaux puisqu'elles créent moins de perturbations dans le lit du cours d'eau que les bouteurs. Ne pas stationner les machines dans la partie mouillée du chenal pendant l'installation du ponceau.
2. Installer les ponceaux parallèlement au chenal naturel du cours d'eau et le plus près possible de celui-ci. Les ponceaux qui sont placés à un angle par rapport au chenal peuvent causer l'érosion des berges et créer des problèmes de débris (Figure 17).

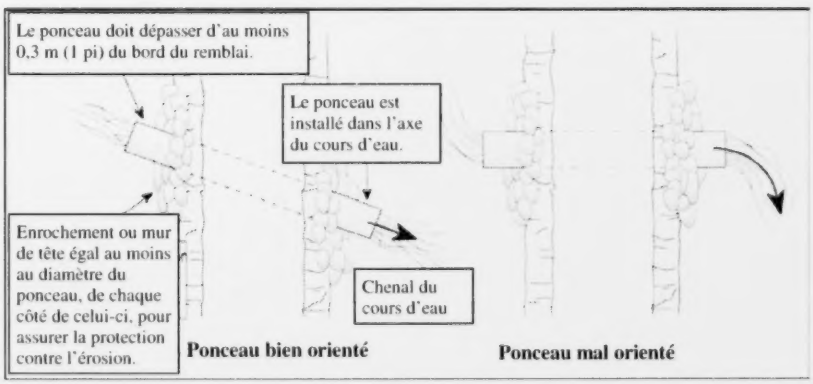


Figure 17. Orientation adéquate des installations de ponceaux.

3. Installer les ponceaux sur un fond de niveau ferme, de préférence sur un lit de gravier de 15 à 30 cm d'épaisseur. La fondation du ponceau et les parois de la tranchée doivent être exemptes de billes, de souches, de grosses branches et de roches qui pourraient endommager le tuyau. Si de la boue ou d'autres matériaux meubles se trouvent au niveau de la fondation, ils doivent être enlevés et remplacés par un lit de gravier d'au moins 60 cm d'épaisseur.
4. Placer les ponceaux sur une pente uniforme avec le fond du ponceau à au moins 15 cm en dessous de la partie inférieure du chenal aux deux extrémités.

Les ponceaux placés au niveau du lit présentent généralement un grand nombre des problèmes associés par le passé au manque de passes à poissons, y compris une chute excessive à la sortie des ponceaux (Figure 18), une vitesse élevée à l'intérieur des ponceaux, une vitesse ou une turbulence élevée à l'entrée des ponceaux et une accumulation de débris à l'entrée. Les ponceaux non encastrés présentent un plus grand risque d'affouillement, ce qui peut entraîner la perte de matériaux d'infrastructure et l'assèchement du ponceau à faible débit nominal.

Les ponceaux doivent être installés sur leurs pentes naturelles. Si la pente du radier est supérieure à 0,5 % (une élévation ou une chute de 0,5 cm pour chaque mètre de longueur de ponceau), le passage du poisson devient difficile et du matériel façonné est requis (voir la section 2.7.1). Dans les sols enclins au tassement, il se peut que les ponceaux doivent être installés avec une «cambrure» ou une légère élévation au milieu du tuyau. Le cambrage permet de faire en sorte que, lorsque la plate-forme se tasse, le ponceau se tasse lui aussi pour former une pente uniforme. Le milieu de la canalisation est soulevé par rapport à ses extrémités, mais pas assez pour restreindre le débit. La cambrure exige habituellement que le centre du ponceau soit voûté de 2,5 cm pour 3 mètres de longueur de ponceau.

Figure 18. Installation adéquate des ponceaux pour le passage du poisson.

5. Les ponceaux doivent être suffisamment longs pour faire en sorte que l'entrée et la sortie ne puissent pas être bloquées par l'empiètement des matériaux de remblayage du chemin. Prolonger le ponceau d'au moins 0,3 mètre au-delà du bord du remblai autour de l'ouvrage en amont et en aval. La longueur exacte dépend du diamètre du ponceau, de la hauteur du remblai au-dessus du ponceau, de l'angle de l'inclinaison du talus du chemin et de l'angle oblique du ponceau ou de l'angle entre le chemin et le cours d'eau (Figure 19).

La longueur du ponceau présentée à la Figure 19 peut être déterminée à l'aide de la formule suivante :
LP = L + 4H (pour obtenir une pente de 2 à 1 à l'ouverture du ponceau), où :
LP = Longueur du ponceau,
L = Largeur du chemin d'un accotement à l'autre,
H = Hauteur du remblai au-dessus du ponceau à partir du fond de la canalisation.

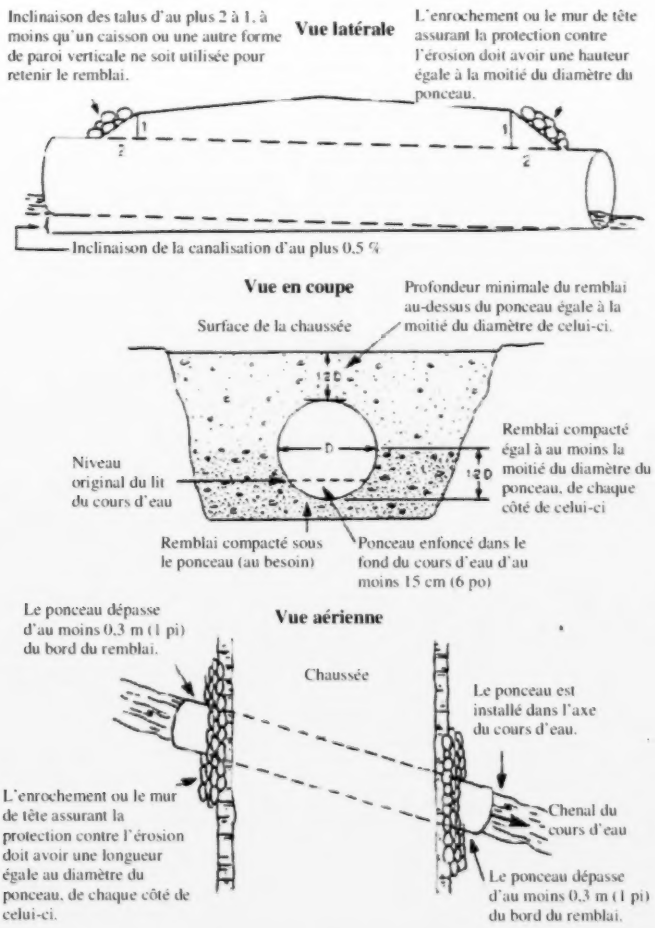


Figure 19. Installation de ponceaux de façon à offrir un passage adéquat aux poissons.

6. De multiples installations de ponceaux se limitent à deux ponceaux, le fond de l'un étant placé à 15 cm en dessous du lit du cours d'eau, alors que le fond de l'autre est placé au niveau de celui-ci (Figure 20). Pour permettre le damage adéquat du remblai, les ponceaux doivent être espacés les uns des autres à une distance de la moitié du diamètre ou de la travée, ou d'un mètre, selon la plus élevée de ces distances.

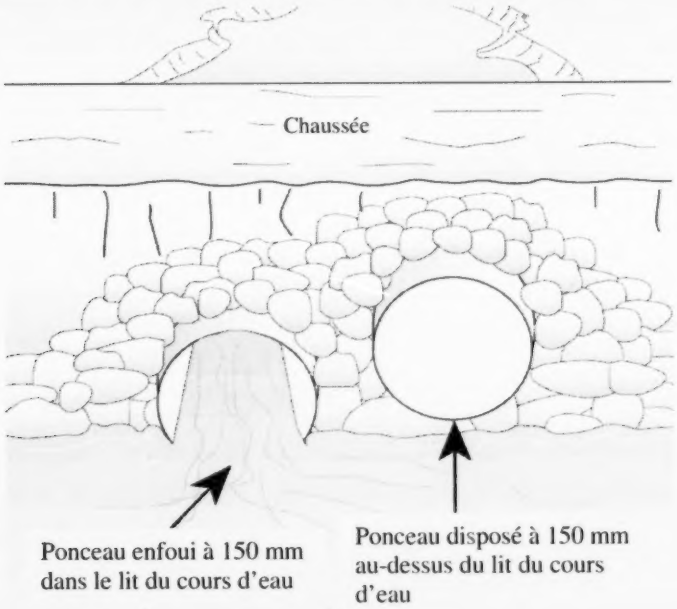


Figure 20. De multiples ponceaux sont souvent utilisés pour faire passer les grands débits d'eau dans les zones sensibles aux inondations. Un maximum de deux ponceaux peut être installé dans tout emplacement devant subir des modifications.

La plupart des problèmes de remblai de ponceau sont causés par l'utilisation de matériaux de remblayage inadéquats ou par le manque de compaction adéquate.

2.8.4.1 Remblayage et compaction

Pour que le ponceau puisse soutenir adéquatement et uniformément la charge au-dessus de lui, la stabilité des matériaux de remblayage est essentielle.

1. De préférence, les matériaux de remblayage doivent être granulaires afin d'assurer un bon rendement structural. Du gravier tout-venant ou de carrière (moins de 5 cm) ou du sable grossier sont recommandés. Le remblayage ne doit pas être constitué de boue, de

sable fin, de limon, de grosses roches, de broussailles ou de débris de coupe puisque ces matériaux favorisent l'affouillement et peuvent causer des dommages lorsque les machines franchissent le ponceau. Les sols contenant de l'argile doivent être soigneusement compactés.

2. Le remblayage doit être minutieusement compacté en couches de 10 à 15 cm d'épaisseur et dépasser d'une longueur égale au diamètre du ponceau de chaque côté de celui-ci. Équilibrer le remblai des deux côtés au fur et à mesure. Continuer de disposer le remblai de façon égale de chaque côté, en couches non compactées. Compacter chaque couche avant d'ajouter la suivante. Il ne devrait généralement pas y avoir plus d'une couche de différence de chaque côté. La compaction égale du remblai de chaque côté d'un ponceau lui assure le soutien nécessaire. Trop de remblai d'un côté peut entraîner le gauchissement du tuyau.

3. La plupart des installations de ponceau sur les chemins forestiers exigent que l'élévation de la surface de la chaussée soit au moins égale à la moitié du diamètre du ponceau au-dessus du sommet de celui-ci.

4. La compaction peut se faire à l'aide de pilons ou de matériel mécanique, de rouleaux de damage ou de vibrocompacteurs. Si des pilons ou des rouleaux mécaniques sont utilisés, éviter de travailler trop près du ponceau, ce qui pourrait causer son déplacement ou son soulèvement. Le remblai situé près du ponceau doit toujours être compacté à la main.

5. Assurer une compaction adéquate sous les goussets (crevasses formées à la rencontre du tuyau et de l'assise). Veiller à ce que les matériaux de remblayage soient en contact ferme et étroit avec la totalité de la surface inférieure des goussets du tuyau. Puisque la zone située sous les goussets est plus difficile à remplir et à compacter, il faut faire davantage attention afin d'éviter les espaces vides et les parties meubles à cet endroit. Le placement manuel des matériaux et la compaction manuelle doivent être utilisés pour effectuer le remblayage dans cette zone.

6. Andainer les matériaux de remplissage de chaque côté de l'ouvrage et les compacter fermement à l'aide de compacteurs mécaniques adéquats.

7. Mettre au moins 300 mm de remblayage au-dessus du ponceau avant que tout véhicule le franchisse afin d'empêcher l'écrasement ou la déformation. Dans tous les cas, le matériel lourd ne doit pas exercer de pression sur le ponceau avant que le remblai compacté soit terminé au-dessus du sommet du couronnement.

8. Conserver la forme ouvrée du ponceau. Une compaction suffisante doit être appliquée au remblai du ponceau de manière que le tuyau ne se déforme pas de plus de 5 %.

2.8.4.2 Protection et stabilisation des extrémités

1) L'enrochement ou les murs de tête et les murs en ailes doivent être disposés aux deux extrémités du ponceau, à une élévation égale à au moins la moitié du diamètre du ponceau au-dessus de celui-ci et à au moins le diamètre du ponceau de chaque côté, tout de suite après l'installation du ponceau (Figure 21). Les murs de tête sont des murs verticaux (en bois, en béton, en gabions, etc.) qui sont parallèles au chemin et qui remontent dans le remblai de celui-ci. Ils permettent l'utilisation de plus petits ponceaux et augmentent le volume d'eau que peut prendre en charge un ponceau donné.

2) Les murs de tête peuvent être construits avec ou sans murs en ailes (murs verticaux formant un angle avec le chemin). Les murs en ailes augmentent le coût des ponceaux, mais offrent une meilleure protection des berges et de la chaussée.

3) Protéger contre l'érosion et l'envasement les pentes des talus d'entrée et de sortie de la forme du chemin en consolidant les pentes du remblai à l'aide d'enrochement sur une distance équivalant à 1,5 fois le diamètre (D) de chaque côté du ponceau et en continuant dans le lit du cours d'eau. Envisager de prolonger l'enrochement le long de toute rive vulnérable à l'érosion au-dessus et en dessous de l'entrée et de la sortie du ponceau, mais limiter les perturbations à ce qui est nécessaire pour protéger le remblai ou empêcher le blocage du débit du cours d'eau.
   a) L'enrochement doit être composé de pierres de carrière ou de pierres des champs résistantes et au moins 60 % de la pierre doit mesurer 0,03 m^3 ou plus.
   b) Une membrane géotextile doit être placée derrière tous les matériaux, à l'exception du bois équarri.

4) Les pentes d'entrée et de sortie situées à 0,5 m au-dessus du ponceau par rapport au niveau du chemin doivent être stabilisées à l'aide d'une des méthodes suivantes :
   a) végétation – établissement d'une pente de 2 à 1 avec végétation avant le 15 septembre;
   b) si la pente (2 à 1) ne peut pas être stabilisée par la végétation avant le 15 septembre, d'autres moyens devront être utilisés :
      i) élever les murs de cisaillement jusqu'au niveau du chemin;
      ii) couvrir la pente de paille ou de foin (5 cm d'épaisseur) et ensemencer ou nettoyer l'enrochement avec une membrane géotextile jusqu'au niveau de la chaussée.

5) Dans les cours d'eau où vivent des poissons, le fond du cours d'eau et les berges à la sortie du ponceau doivent être protégés contre l'affouillement. Si la roche n'est pas naturellement présente dans le cours d'eau, un enrochement mesurant en moyenne 15 cm doit être mis en place à l'extrémité aval du ponceau. Au besoin, des enrochements doivent être en place au commencement de l'exploitation du ponceau et ils doivent respecter les spécifications suivantes :
   a) largeur de l'enrochement = 3 fois le diamètre du ponceau;
   b) longueur de l'enrochement = 5 fois le diamètre du ponceau;
   c) profondeur de l'enrochement = moitié du diamètre du ponceau.

6) Commencer à remettre en végétation tout le sol minéral dénudé tout de suite après avoir terminé l'installation. L'ensemencement manuel, l'ensemencement hydraulique et l'utilisation de divers paillis ou agents de liaison des fibres doivent être envisagés pour accélérer la remise en état du site. Si l'installation prend plus d'une journée, le sol dénudé doit être stabilisé à la fin de chaque jour. L'annexe C renferme des directives d'ensemencement. Appliquer le paillis à raison d'au moins une balle par 25 m^2 et l'étendre uniformément sur toute la zone dénudée.

7) Lorsque le nouveau ponceau est ouvert à l'eau, surveiller le besoin d'ajouter davantage d'enrochement. Après avoir vérifié l'installation, fermer tout canal d'assèchement.

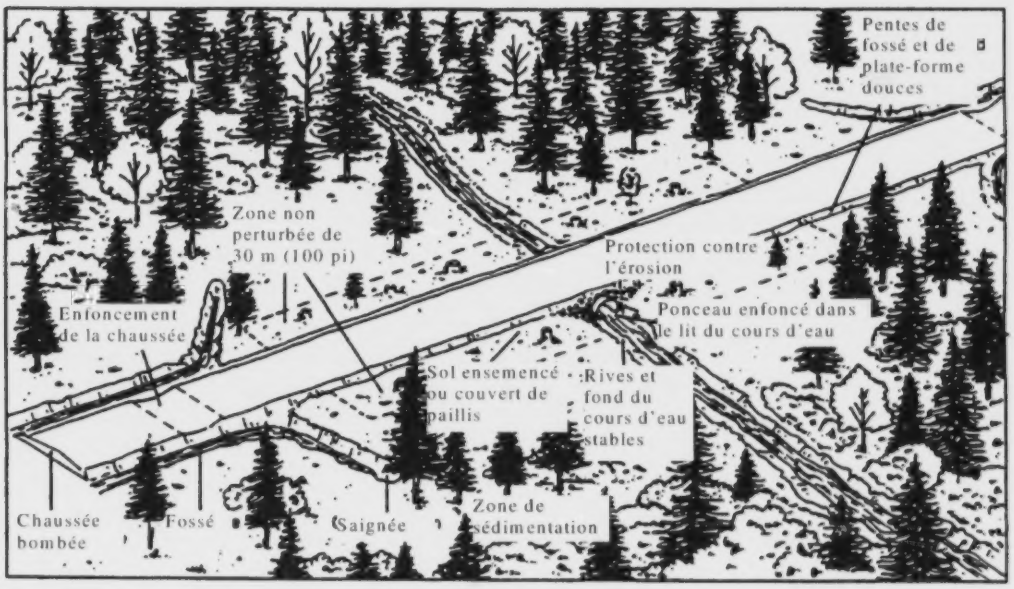


Figure 21. Construction d'une traverse de ponceau.

2.8.5 Passage à gué

Le passage à gué **n**'est **pas** considéré comme un moyen «courant» de traverser les cours d'eau. Bien que l'utilisation occasionnelle de gués puisse ne pas créer de répercussions importantes sur l'environnement, une utilisation continue, généralisée ou inconsidérée entraîne des dommages aux rives et au lit du cours d'eau, des modifications à la morphologie du chenal, une diminution de la qualité de l'eau et la destruction de l'habitat des poissons.

Bien que l'utilisation de gués soit déconseillée, les présentes directives prévoient l'utilisation de gués dans des circonstances approuvées pourvu que les répercussions environnementales soient minimisées.

2.8.5.1 Autorisation

Les gués ne peuvent être utilisés, construits ou améliorés que lorsqu'une approbation a été accordée dans un plan d'exploitation approuvé.

2.8.5.2 Exigences relatives aux gués

Le but principal des gués est d'offrir une surface de roulement carrossable sans érosion en travers d'un cours d'eau, sans gêner le débit de l'eau, causer d'érosion en aval, augmenter l'apport de sédiments provenant des approches ou faire dévier le cours d'eau.

2.8.5.3 Utilisation et implantation acceptables des gués

Les gués doivent être envisagés en dernier recours pour le franchissement de tout cours d'eau. Une traverse temporaire bien conçue est préférable *(voir la section 2.8.6 «Traverses temporaires»)*.

1. Les gués doivent avoir des approches et des berges stables avec des substrats non érodables et suffisamment fermes pour soutenir le poids des machines. Toutefois, lorsque des dommages sont causés aux berges, aux approches et aux lits des cours d'eau, des mesures d'atténuation doivent être prises (Figure 22).
2. Lorsqu'il s'avère nécessaire pendant la construction d'une route, le passage à gué ne doit se limiter qu'au matériel nécessaire à la construction proprement dite. De plus, il doit être construit à un seul endroit, c'est-à-dire là où le moins de dommages seront causés au cours d'eau et aux rives. Il peut être situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la largeur de défrichement, selon l'endroit. Lors du déplacement vers un endroit se trouvant à l'extérieur de la largeur de défrichement, on doit tenir compte de la valeur des habitats situés à l'emplacement du passage à gué. Les lieux vulnérables comme les frayères doivent être évités lorsque cela est possible ou franchis à l'aide d'un pont temporaire.
3. Exemples de situations où l'utilisation de gués pourrait être envisagée : lutte contre un incendie de forêt, installation ou réparation d'ouvrages de traverse permanents, construction de nouveaux chemins, défrichement de l'emprise et situations d'urgence.
4. Lorsqu'il y a possibilité de sédimentation, des ponts temporaires, des petites billes de bois reposant sur une membrane géotextile ou des tapis en pneus recyclés peuvent être disposés au fond du cours d'eau pour empêcher les machines d'entrer en contact direct avec le lit du cours d'eau ou les berges.

2.8.5.4 Conditions d'exploitation

L'utilisation des gués doit être surveillée afin de s'assurer que l'intégrité de l'ouvrage est conservée et que toute répercussion possible sur l'environnement est réduite au minimum.

1. La perturbation de la végétation au sol doit être minimisée.
2. Le gué doit avoir une largeur maximale équivalant à 1,5 fois la largeur du matériel qui le traverse.
3. Les gués ne sont pas conçus pour l'extraction de tout produit forestier. Rien de ce qui pourrait détruire la surface de roulement du gué ne sera traîné ou glissé en travers de ce dernier.

4. Les véhicules qui utilisent le gué doivent être en bon état et il ne doit pas y avoir de fuite de carburant, de liquides hydrauliques, d'huile de graissage ou de liquide transporté.
5. La terre excédentaire doit être retirée du matériel lourd avant qu'il passe à gué dans un cours d'eau.
6. Le gué ne doit pas être utilisé si la profondeur de l'eau est supérieure à la hauteur des essieux du véhicule.
7. La remise du site dans son état original est requise (autant que possible).

2.8.5.5 Désactivation et remise en état

Une fois que l'utilisation du gué n'est plus requise, les approches doivent être fermées pour que la circulation routière n'y ait plus accès. Tous les matériaux qui ont été utilisés sur les approches, les berges ou les lits des cours d'eau et qui pourraient causer des problèmes environnementaux futurs seront retirés de façon à réduire au minimum la production de sédiments. Les lits des cours d'eau et les berges seront remis dans leur état original dans la mesure du possible. Tous les efforts seront déployés pour empêcher la détérioration future des zones perturbées *(voir la section 2.8.4.2)*.

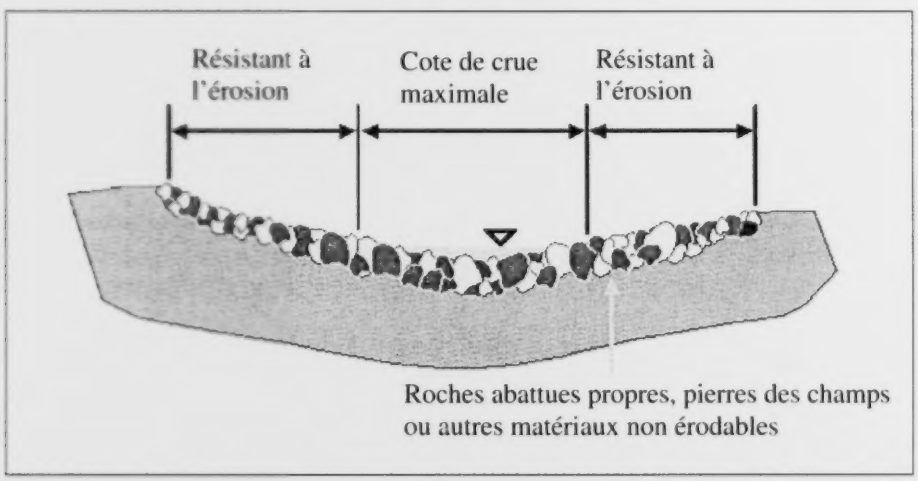


Figure 22. Vue en coupe d'un gué montrant le besoin d'une déclivité suffisante pour faire en sorte que l'eau ne puisse pas percer le gué et s'écouler le long des approches et d'une utilisation appropriée de matériaux non érodables.

2.8.6 Traverses temporaires

La plupart des traverses temporaires de cours d'eau visent à offrir un accès de courte durée pour franchir un cours d'eau dans le cadre d'activités de coupe de bois lorsque aucun autre aménagement routier n'est prévu au-delà du bloc. Elles peuvent aussi être utilisées comme mesure de courte durée en préparation de l'installation d'un ouvrage permanent. Une utilisation et une installation adéquates peuvent réduire les répercussions sur l'habitat aquatique et les perturbations du lit et des berges du cours d'eau. Les traverses temporaires de cours d'eau ne

doivent pas rester dans le cours d'eau pendant la crue printanière, à moins d'obtenir l'approbation du directeur régional.

Pour les besoins de la présente section, les gués ne sont pas considérés comme des traverses temporaires de cours d'eau *(voir la section 2.8.5 portant sur les gués).*

2.8.6.1 Définition d'une traverse temporaire

Les traverses temporaires sont des ouvrages physiques placés en travers d'un cours d'eau qu'on utilise pour franchir celui-ci pendant une période limitée, de préférence inférieure à 2 mois.

2.8.6.2 Planification

a) Les traverses de cours d'eau doivent être conçues de façon à supporter une crue susceptible de se produire au cours de la période pendant laquelle l'ouvrage sera en place.
b) La permission d'installer des traverses temporaires est habituellement accordée pour la période de basses eaux, c'est-à-dire l'été, mais les ouvrages peuvent être utilisés à d'autres moments de l'année si les conditions environnementales le permettent.
c) L'ouvrage peut être considérablement plus petit si l'ouvrage temporaire est installé et démantelé avant les périodes de débit élevé, c'est-à-dire à l'automne et au printemps.
d) La dimension des ponceaux peut être établie en fonction de la fréquence des inondations de pointe (Q2) à la condition qu'ils soient installés entre le 1er juin et le 30 septembre uniquement pendant une période d'au plus deux semaines.
e) La plupart des ouvrages temporaires comme les ponts doivent être installés à la partie supérieure des berges du cours d'eau. Si cette méthode est utilisée, la dimension de l'ouverture n'est pas critique à moins que l'ouvrage ne compromette la surface de la section du chenal à pleins bords.

2.8.6.3 Construction de chemins

Les traverses temporaires qui sont installées afin de permettre le défrichage de l'emprise ou la construction d'une route en préparation à l'installation d'une traverse permanente ne nécessitent pas de permission spéciale, pourvu que l'installation permanente ait été approuvée dans le plan d'exploitation. Toutefois, le titulaire du permis informera le ministère des Ressources naturelles de l'installation temporaire de l'ouvrage.

2.8.6.4 Accès pour la coupe

Les traverses temporaires qui sont installées en vue d'offrir un accès de courte durée pour franchir un cours d'eau dans le cadre d'activités de coupe de bois lorsque aucun autre aménagement routier n'est prévu au-delà du bloc ne nécessitent aucune permission spéciale, pourvu que l'installation temporaire ait été approuvée dans le plan d'exploitation.

Puisque toutes les traverses de cours d'eau nécessitent des approbations en vertu de la loi, le titulaire du permis doit soumettre une modification appropriée au plan d'exploitation, y compris l'emplacement et la nature de l'installation, pour toutes les installations qui n'ont pas été précédemment prévues dans le plan d'exploitation approuvé. Tous les types de traverses

temporaires de cours d'eau mentionnés dans les présentes directives sont acceptables, pourvu que les critères relatifs à leur utilisation soient respectés.

2.8.6.5 Conditions standard applicables à toutes les traverses temporaires

a) Toutes les traverses temporaires doivent être démantelées avant le 31 mars, à moins que des considérations spéciales aient été approuvées par le ministère des Ressources naturelles au niveau régional et demandées au moment de l'installation.
b) À l'extérieur de la période allant du 1er juin au 30 septembre, aucun travail ne sera entrepris dans les cours d'eau naturels dont la largeur du chenal est supérieure à 0,5 m.
c) Aucun essouchement ni aucune excavation ne doivent être effectués à moins de 10 m de la berge du cours d'eau avant le 1er juin et après le 30 septembre.
d) Les culées peuvent être laissées en place. Si elles doivent être enlevées, les précautions et les mesures d'atténuation appropriées doivent être prises pour empêcher l'envasement du cours d'eau.
e) Toutes les zones perturbées à moins de 15 m du cours d'eau doivent être stabilisées tout de suite après le démantèlement de l'ouvrage. Si l'ouvrage a été démantelé dans des conditions hivernales, le titulaire du permis doit revisiter les lieux et prendre des mesures d'atténuation supplémentaires entre le 1er et le 30 juin.
f) Des mesures de restauration et de stabilisation du site sont essentielles à la suite du démantèlement des ouvrages temporaires. Toutes les normes et directives associées aux traverses habituelles de cours d'eau s'appliquent aux traverses temporaires (*voir le chapitre 3 intitulé «Directives relatives à la protection de l'environnement et aux mesures d'atténuation»*).
g) Lorsqu'ils ne sont plus requis, les ouvrages de traverses temporaires doivent être démantelés le plus rapidement possible, à moins que les conditions environnementales ne le permettent pas.
h) Les ouvrages temporaires ne peuvent être placés que dans des zones dont les pentes d'approche sont inférieures à 25 % (environ 11°).

2.8.6.6 Ponts temporaires (standard)

Critère : Situations habituelles de traverse d'un cours d'eau

Les berges du cours d'eau à l'emplacement de la traverse doivent être fermes et nivelées.

a) Placer les culées ou les caissons suffisamment en retrait du haut de la berge afin d'éviter de perturber le chenal.
b) Les culées ne peuvent pas être faites de bois rond.
c) Un caisson fait de bois équarri doit être installé avant que le remblai soit ajouté aux approches. Une fois que le caisson est construit, une membrane géotextile doit être étendue sur le sol et un excédent doit être laissé pour couvrir le remblai afin qu'il soit emprisonné dans la membrane et qu'il ne puisse pas entrer dans le cours d'eau. Assurez-vous que les caissons sont suffisamment longs pour retenir les matériaux du chemin.
d) Une membrane géotextile doit être utilisée pour couvrir entièrement les longerons afin d'empêcher les matériaux du chemin d'entrer dans le cours d'eau.

e) Les longerons, les traverses et le tablier peuvent être installés séparément ou en une seule unité.
f) Une excavatrice ou une pelle rétrocaveuse doit être utilisée pour retirer les longerons, les traverses et le tablier. Consulter les conditions générales relatives au retrait des culées et des caissons en bois équarri.

2.8.6.7 Passerelle avec culée à simple bille de bois et tablier

Critères : Sentiers pour machines sur sol instable et sites où les matériaux ont tendance à entrer dans le cours d'eau en cours de déplacement du matériel (orniérage) ou d'entretien du chemin (nivellement ou déneigement) (Figure 23).

a) Placer des billes de bois de 25 à 30 cm de diamètre parallèlement au cours d'eau, à environ 1 m en retrait de la berge, pour servir de culées.
b) Placer deux passerelles faites de trois pièces de bois équarri de 25 à 30 cm boulonnées ou enchaînées ensemble en travers du cours d'eau et les fixer aux culées.
c) Placer le tablier sur l'ouvrage pour empêcher les matériaux d'entrer dans le cours d'eau à la suite du déplacement du matériel ou de l'entretien du chemin.
d) Placer une membrane géotextile sous le tablier.
e) Construire les approches au même niveau que le dessus du tablier.
f) Si des matériaux excédentaires s'accumulent sur le tablier, le camionnage ou le débusquage devra cesser jusqu'à ce que les conditions s'améliorent ou que le site soit stabilisé.

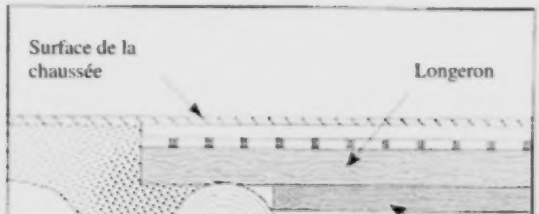


Figure 23. Pont temporaire reposant sur une seule bille d'appui.

2.8.6.8 Passerelles avec culée à simple bille de bois sans tablier

Critères : Limité aux opérations hivernales lorsqu' aucune route n'est requise et que les chemins de débardage sont stables; chemins porteurs estivaux; aucun débusquage du bois en travers de l'ouvrage.

a) Placer des billes de bois de 25 à 30 cm de diamètre parallèlement au cours d'eau, à environ 1 m en retrait de la berge, pour servir de culées.
b) Placer deux passerelles faites de trois pièces de bois équarri de 25 à 30 cm boulonnées ou enchaînées ensemble en travers du cours d'eau et les fixer aux culées.
c) Construire les approches au même niveau que le dessus des passerelles.
d) Si une perturbation survient, les opérations devront cesser jusqu'au gel du site.

2.8.6.9 Traverses en bois rond

Critères : Opérations hivernales sur les cours d'eau naturels mesurant moins de 0,5 m de largeur d'une berge à l'autre; utilisation par le matériel de coupe seulement.

a) Placer de grosses billes de bois parallèlement au cours d'eau, à environ 1 m en retrait de la berge, pour servir de culées.
b) Placer des traverses en bois rond de dimensions égales suffisamment longues pour s'étendre d'une culée à l'autre, sur toute la largeur.
c) Placer une membrane géotextile sur tout l'ouvrage en la faisant dépasser de 1 à 2 m au-delà des culées.
d) Des broussailles et des cimes de bois résineux peuvent être placées sur la surface de l'ouvrage.
e) Remblayer l'ouvrage au même niveau que la surface de la chaussée avec de la neige.

2.8.6.10 Ponts mobiles (y compris les ponts préfabriqués, les véhicules ferroviaires, les semi-remorques à plateau, etc.)

Critères : La plupart des traverses de cours d'eau; ne pas utiliser pour les travées de plus de 10 m.

a) L'ouvrage doit être soulevé en place et non traîné dans le cours d'eau puis soulevé. Toutefois, si l'ouvrage est démantelé en hiver, il peut être traîné sur la glace et la neige à condition qu'il n'y ait aucun danger de perturbation du cours d'eau ou du sol.
b) Il doit être placé sur les berges ou au-dessus de celles-ci, sur une bille d'appui ou une culée en caisson.
c) Les matériaux (neige ou remblai) peuvent être placés à l'extrémité de l'ouvrage pour les approches.
d) Aucune perturbation du sol n'est permise.

2.8.6.11 Ponts de glace

Les ponts de glace offrent l'hiver un accès aux zones normalement inaccessibles. Ils constituent des ouvrages de traverse efficaces pour les cours d'eau et les rivières plus importants, lorsque la profondeur de l'eau et le débit sous la glace suffisent à empêcher l'ouvrage d'entrer en contact avec le fond du cours d'eau («échouage») et que les embâcles du printemps ne causent aucune préoccupation. L'échouage peut bloquer le débit du cours d'eau et le passage du poisson et causer l'affouillement du chenal.

Les étapes suivantes présentent la méthode d'installation générale des ponts de glace :

a) Choisir un emplacement où les berges et les approches du cours d'eau ont une faible pente ou n'ont aucune pente.
b) Les emplacements où les niveaux de l'eau varient, des sources suintent ou le cours d'eau est étroit et son débit, rapide, ne sont pas acceptables.
c) La neige doit être damée sur les approches pour réduire au minimum la perturbation des berges.
d) On doit limiter au minimum le défrichage de l'approche de l'emprise et les broussailles et les débris doivent être disposés de manière qu'ils n'entrent pas dans le cours d'eau.
e) Construire les approches à l'aide de neige et de glace compactées et propres d'une épaisseur qui permettra de protéger adéquatement les rives et la végétation riveraine. Lorsque la quantité de neige est limitée, du gros gravier pourrait être utilisé pour ériger les approches.
f) Pour commencer la construction du pont de glace, enlever la neige à la surface de la glace naturelle à l'emplacement de la traverse.
g) Pomper de l'eau sur la glace et la laisser geler jusqu'à ce que l'épaisseur atteigne environ 25 cm. La construction du pont de glace doit se faire lentement et en couches d'au plus 2,5 cm d'épaisseur chacune par gel. L'épaisseur du pont de glace peut atteindre jusqu'à 1,5 m au total.
h) Des billes de conifères d'un diamètre d'au moins 25 cm peuvent être placées sur la couche de glace parallèlement à la route et espacées d'environ 1 m les unes des autres, sur une largeur de 5 à 6 m. Les billes peuvent être disposées de bout en bout sur toute la longueur du pont de glace, puis recouvertes d'eau et gelées sur place. L'inondation et l'accumulation de glace naturelle sous les billes prennent de deux à trois semaines si l'on veut obtenir un pont de glace d'environ 1 m d'épaisseur. Toutes les billes seront retirées avant le dégel printanier pour les empêcher d'entrer dans le cours d'eau.
i) Il ne faut pas utiliser de sable, de broussailles et de copeaux de bois dans la construction du pont de glace.
j) Entreprendre la mise hors service du pont de glace pendant que l'ouvrage est encore sûr pour le personnel et le matériel. Tous les débris et toute la saleté doivent être enlevés et placés dans un endroit stable situé au-dessus de la cote de crue du cours d'eau et on doit en empêcher l'érosion. Les billes à l'intérieur de l'ouvrage qui peuvent être retirées en toute sécurité doivent être enlevées. La glace peut être brisée à l'aide d'une excavatrice, d'une pelle rétrocaveuse ou d'autres méthodes, pour autant qu'aucune perturbation ne soit causée au lit du cours d'eau ou aux berges.

2.8.6.12 Sécurité

a) La traverse doit être vérifiée chaque jour pendant son utilisation afin de déceler les fissures profondes dangereuses et les charges lourdes ne sont pas permises jusqu'à ce que les fissures soient réparées.
b) Pour des questions de sécurité, les approches du pont de glace doivent avoir une déclivité de six pour cent ou moins.
c) Pour plus de sécurité et pour boucher les fissures de tension et d'expansion, il est bien d'avoir des camions d'eau ou des pompes qui inondent régulièrement le pont.

Tableau 1. Épaisseur de glace recommandée pour diverses activités pendant les opérations hivernales.

Acceptable	Épaisseur de glace * cm
Une personne à pied	5,0
Camion léger (2,5 tonnes anglaises)	20,3
Camion moyen (3,5 tonnes anglaises)	25,4
Camion lourd (7 à 8 tonnes anglaises)	30,5
10 tonnes	38,1
25 tonnes	50,8
45 tonnes	63,5
70 tonnes	76,2
110 tonnes	91,4

* La glace de rivière bleue et claire réduit la capacité portante de 15 % et la bouillie de glace, de 50 %.

Ponceaux temporaires

Critères : Utilisation limitée (ponts temporaires préférables); durée maximale de 2 semaines entre le 1er juin et le 30 septembre.

1. Le ponceau peut être calibré en fonction du Q2.
2. Le ponceau doit être installé au sec.
3. Tous les matériaux doivent être sur place avant le commencement de la construction.
4. Les berges et le lit du cours d'eau doivent être remis en état tout de suite après le démantèlement du ponceau.

Ponceaux de neige

Critères : Chemins de débardage seulement; cours d'eau de moins de 0,5 m de largeur d'une rive à l'autre; hautes berges requises (hauteur minimale = diamètre du tuyau); le cours d'eau doit être ouvert (aucune couche de glace); les berges doivent être nivelées et droites sur toute la longueur du ponceau.

Construction

1. Placer le ponceau dans un cours d'eau ouvert.
2. Tasser de la bouillie de glace autour du ponceau et geler.
3. Construire des approches avec de la neige et geler.
4. De la neige seulement doit être utilisée comme remblai autour du ponceau.
5. Le ponceau doit demeurer en place jusqu'à la fin du dégel printanier et il doit être enlevé du chenal au printemps.

6. Aucune perturbation du lit du cours d'eau n'est permise. Si une perturbation survient, les activités doivent cesser jusqu'au gel du site.
7. Le ponceau doit être attaché à une structure permanente comme un arbre.

Fermeture du chemin et utilisations récréatives

1. À la suite du démantèlement de l'ouvrage temporaire, le chemin doit être bloqué et une signalisation adéquate doit être installée pour avertir les gens que la traverse a été retirée.
2. Si des véhicules de loisir peuvent encore utiliser la traverse, un gué stable doit être construit si le lit du cours d'eau et les berges ne sont pas fermes et stables. On peut y parvenir en disposant des tapis de broussailles et des pierres sur les berges et du gravier à l'intérieur du cours d'eau.

3 Mesures de protection contre l'érosion et la sédimentation

3.1 Introduction

Les activités forestières comme la construction de chemins et les traverses de cours d'eau peuvent avoir des répercussions nuisibles sur l'habitat des poissons et entraîner la dégradation de la qualité de l'eau dans les environs de la traverse du cours d'eau et en aval. Dans bien des situations, il est impossible de construire des traverses de cours d'eau sans créer une certaine sédimentation et perturbation. Cependant, de nombreux problèmes peuvent être évités grâce à une bonne planification, à l'organisation des activités de construction de façon à éviter les périodes critiques et à l'application de pratiques de gestion exemplaires avant, pendant et après la construction.

Les répercussions environnementales associées à la construction, à l'installation et à l'utilisation des traverses de cours d'eau peuvent être évitées ou atténuées grâce à la mise en application de pratiques de gestion exemplaires qui visent les objectifs suivants :

1. éliminer ou réduire les problèmes de sédimentation et empêcher les substances délétères d'entrer dans les cours d'eau pendant l'installation;

2. minimiser ou éviter la perturbation du chenal des cours d'eau;

3. remettre en végétation et stabiliser le site pour empêcher l'érosion après la construction;

4. entretenir régulièrement l'ouvrage.

3.2 Végétation au sol près des cours d'eau

Le fait de garder la végétation intacte à l'intérieur de la largeur de défrichement du chemin est l'une des méthodes les plus efficaces pour prévenir l'érosion et minimiser la perturbation de l'habitat des poissons. Lorsque la végétation n'entre pas en conflit avec la circulation routière et les besoins en matière de sécurité, conserver autant de végétation naturelle que possible sur toute la largeur de l'emprise. Lorsque le fait de laisser les arbustes en place entraîne des dangers pour la circulation, notamment en ce qui a trait à la visibilité aux endroits où il y a des ponts, les arbustes et les arbres debout doivent être enlevés et les graminées et les légumineuses favorisées afin de garder les broussailles basses et de ne pas réduire la visibilité. Cependant, l'essouchement n'est en aucun cas permis à l'intérieur de la zone de travaux restreints à proximité des cours d'eau, à moins qu'elle ne soit immédiatement sous-jacente à la surface proposée du chemin.

3.3 Rémanents et débris

1. Tous les rémanents et débris qui entrent dans le chenal du cours d'eau doivent être enlevés durant l'aménagement du site.
2. Ces matériaux doivent être placés à un endroit où ils ne peuvent pas être introduits de nouveau dans le cours d'eau par les inondations ultérieures, c'est-à-dire au-dessus de l'élévation de la plaine inondable active pour la plupart des cours d'eau.
3. Aucun débris naturel stable sur le plan hydraulique ne doit être enlevé durant le nettoyage du cours d'eau.

3.4 Mesures de protection contre l'érosion et la sédimentation

Le Manuel d'aménagement forestier exige que l'installation de tous les ponceaux dans des cours d'eau naturels dont la largeur est supérieure à 0,5 m se fasse au sec. La quantité de sédiments produite à une traverse de cours d'eau est directement proportionnelle à la sensibilité du sol à l'érosion, à l'importance de la zone exposée au ruissellement ou au débit du cours d'eau et à la perturbation causée par l'abattage et le retrait des arbres à l'intérieur de la largeur de défrichement.

Voici des méthodes courantes de réduction de l'érosion pendant et après la construction :

1. conserver la végétation existante;
2. assécher le site;
3. isoler la zone des travaux;
4. travailler à partir du sommet de la berge;
5. utiliser des pièges à sédiments;
6. utiliser des barrières géotextiles et des balles de foin;
7. stabiliser les remblais;
8. rétablir la végétation des sols dénudés;
9. utiliser un grand nombre de nouvelles membranes géotextiles ou de nouveaux systèmes de liaison des fibres pour accroître le succès du rétablissement de la végétation.

3.4.1 Isoler le chantier

Effectuer les travaux au sec peut réduire de beaucoup la quantité de sédiments produits pendant la construction et faciliter celle-ci. Les batardeaux, les canaux et les dérivations temporaires de cours d'eau peuvent être utilisés pour isoler les chantiers de construction afin que le travail puisse se poursuivre au sec. Voir le chapitre 2 intitulé «Directives relatives aux traverses de cours d'eau».

3.4.2 Pièges à sédiments et membranes géotextiles

Les barrières géotextiles, les digues en balles de foin, les pièges à sédiments et les membranes géotextiles offrent des moyens efficaces pour retenir les sédiments pendant la construction. Les pièges et les barrières à sédiments (Figure 24) peuvent être de petites fosses simples ou de gros ouvrages complexes conçus pour retenir de grandes quantités de sédiments. Les pièges à sédiments utilisés sur les chemins forestiers sont généralement de petites fosses excavées qui retiennent les sédiments grossiers des fossés avant qu'ils puissent entrer dans un cours d'eau. Les barrières géotextiles et les balles de foin, par contre, sont principalement conçues pour intercepter et filtrer de petits volumes d'eau de ruissellement «en nappe» chargée de sédiments. Utilisés seuls ou en combinaison, ils peuvent isoler les zones de construction et piéger les sédiments près de la source de production. Tous les pièges et toutes les barrières à sédiments doivent être nettoyés fréquemment pendant qu'ils sont en place pour qu'ils soient efficaces.

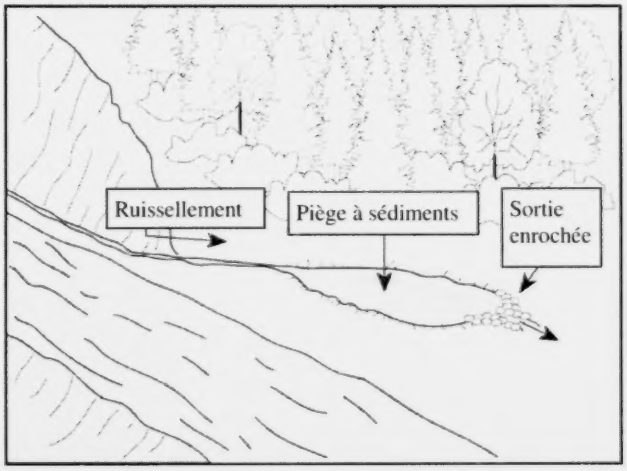


Figure 24. Aménagement d'un piège à sédiments.

3.4.3 Barrières géotextiles

Les barrières géotextiles sont des ouvrages de courte durée faits de poteaux de clôture en bois ou en acier et d'une membrane géotextile perméable adéquate (Figure 25). Elles gardent le sol sur le site et réduisent la vitesse du ruissellement dans les zones situées en aval de la barrière. Les barrières géotextiles servent surtout à réduire la vitesse. Elles constituent des dispositifs efficaces de contrôle des limites et peuvent être utilisées pour intercepter le sol des pentes remaniées et des sillons de tranchée et pour isoler la zone générale des travaux du cours d'eau. Elles sont plus efficaces lorsque les zones de drainage vers la barrière ont 1 ha ou moins. Elles ne sont pas conçues pour être utilisées dans les cours d'eau ou les fossés qui reçoivent un débit excessif.

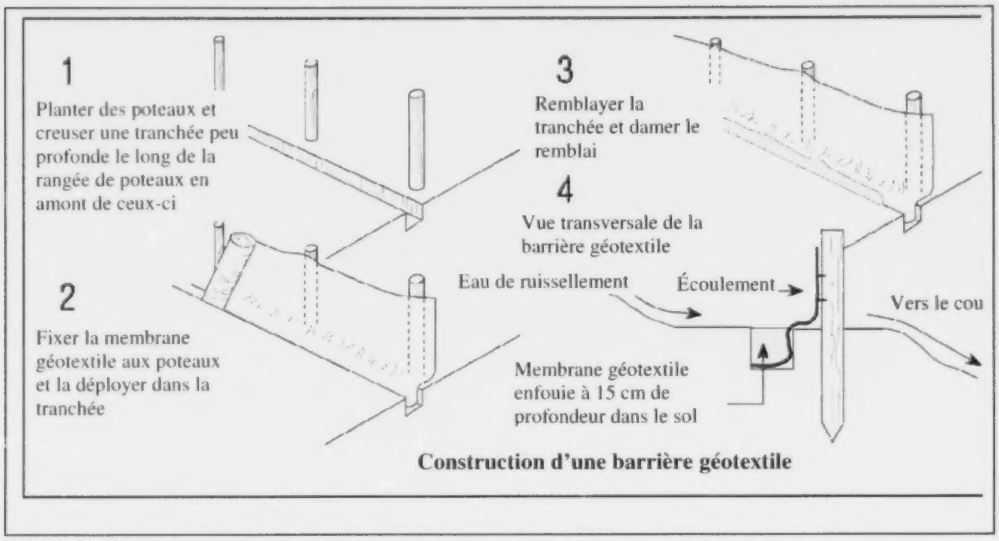


Figure 25. Installation d'une barrière géotextile montrant un support en treillis métallique pour la membrane géotextile et la tranchée remblayée.

Les membranes servant à la construction de barrières géotextiles sont offertes en différents styles et en différentes qualités, chacune ayant des caractéristiques particulières. Selon la solidité du tissu utilisé et l'espacement des poteaux de soutien, la membrane peut avoir besoin ou non d'un support en treillis métallique. Les spécifications du fabricant relatives à la conception et à l'installation doivent être suivies de près en ce qui a trait au besoin de support et à l'espacement des poteaux de soutien. Si ces spécifications ne sont pas connues, il importe de s'assurer que les poteaux de soutien ne sont pas espacés de plus de 300 cm les uns des autres et que la membrane géotextile est soutenue par un treillis métallique. Lorsqu'une membrane très résistante est utilisée, un support en treillis métallique n'est pas nécessaire, pourvu que les poteaux ne soient pas espacés de plus de 180 cm.

Certains matériaux de barrière géotextile comportent un cordon intégré qui permet de bien tendre le matériau après l'installation, ce qui accroît la durabilité et le rendement. Les matériaux de barrière géotextile peuvent être nettoyés et réutilisés. Les barrières géotextiles constituent une mesure de protection contre la sédimentation qui est efficace, mais souvent mal utilisée. Elles sont trop souvent mal situées et installées. Lorsqu'elles ne sont pas bien entretenues, elles peuvent tomber, créant plus de dommages que si aucune barrière n'avait été installée. On ne peut pas surestimer le besoin d'une mise en place adéquate et d'une installation solide des barrières géotextiles. Le creusage de tranchées, l'installation ferme des poteaux et l'agrafage solide du treillis métallique et de la membrane en place sont des détails de construction importants. Les causes courantes d'une mauvaise installation sont l'absence de tranchée et le fait de ne pas enfouir la partie inférieure de la membrane.

Les étapes suivantes présentent la méthode recommandée pour l'installation d'une barrière géotextile :

1. Placer les poteaux le long d'une ligne qui marque l'emplacement de la barrière géotextile.

2. Aux traverses de cours d'eau, les barrières géotextiles peuvent être utilisées pour intercepter le drainage superficiel du sillon de tranchée d'approche ou des zones d'élimination, ou pour isoler tout le chantier.

3. Dans les sillons de tranchée, recourber la barrière en amont sur les côtés afin de diriger le débit vers le milieu de la barrière. Les côtés doivent être plus élevés que le centre.

4. Les poteaux doivent être espacés d'au plus 300 cm et enfoncés d'au moins 30 cm dans le sol jusqu'à ce qu'ils soient fermement fixés. Ils peuvent être faits de bois ou d'acier et mesurer 10 cm de diamètre et au moins 150 cm de longueur.

5. Creuser une tranchée d'environ 30 cm de profondeur le long de la ligne des poteaux, en amont de la barrière.

6. Attacher solidement le treillis métallique au côté amont des poteaux lorsqu'on utilise une membrane géotextile de poids régulier.

7. Utiliser des crampons métalliques robustes d'au moins 25 mm de longueur et des fils d'attache ou des anneaux ouverts pour attacher la membrane aux poteaux. La partie inférieure du treillis métallique est pliée dans la tranchée.

8. Lorsqu'une membrane très résistante est utilisée, l'espace entre les poteaux peut être plus grand et aucun support en treillis métallique n'est nécessaire.

9. Attacher la membrane géotextile sur le côté amont des poteaux de la barrière et la faire entrer de 15 à 20 cm dans la tranchée.

10. La barrière ne doit pas mesurer plus de 90 cm de hauteur.

11. Éviter de faire des joints en utilisant une membrane provenant d'un rouleau continu. Abouter tous les joints sur les poteaux en prévoyant de bons chevauchements.

12. Remblayer la tranchée au-dessus de la base de la membrane et compacter le sol.

3.4.4 Balles de foin

Les balles de foin comportent les mêmes restrictions que les barrières géotextiles en ce qui a trait à l'emplacement et elles ne durent qu'environ 3 mois. Comme les barrières géotextiles, les balles de foin doivent être adéquatement installées pour être efficaces (Figure 26). Elles peuvent être installées pour intercepter l'eau de ruissellement en nappe à la base d'une berge haute ou d'une baissière dénudée ou comme barrage submersible dans le sillon de tranchée d'approche d'une route. La méthode d'installation est semblable à celle des barrières géotextiles, en ce sens qu'il faut creuser une tranchée et installer des pieux adéquats. Les balles de foin peuvent entraîner la propagation de mauvaises herbes nuisibles et de graminées allogènes.

Comme pour les barrières géotextiles, les digues en balles de foin ont été souvent mal utilisées. Les balles qui ne sont pas fixées au sol, qui ne sont pas placées dans une tranchée, qui ne sont pas fermement aboutées, qui n'ont pas suffisamment d'espace pour le piégeage et le nettoyage et qui ne sont pas centrées sur la voie d'écoulement ne fonctionneront pas correctement.

Les étapes suivantes présentent la méthode générale d'installation recommandée pour l'utilisation des balles de foin. La méthode peut être adaptée aux différentes situations :

1. Creuser une tranchée d'environ 10 cm de plus que la largeur d'une balle et la longueur de la barrière proposée. La barrière doit suivre le contour de la pente.

2. Si la barrière est située au pied d'une pente remaniée, la placer à une distance de 150 à 180 cm de la pente si possible, ce qui assurera un accès pour l'entretien et de l'espace pour ramasser la terre.

3. Placer les balles dans la tranchée avec leurs extrémités fermement aboutées. Un ajustement serré est important pour empêcher les sédiments de s'échapper par les espaces entre les balles.

4. Toutes les balles doivent être attachées avec du fil métallique ou de la corde.

5. Placer les balles de façon que les attaches soient orientées sur les côtés plutôt que le long des parties supérieure et inférieure.

6. Ancrer solidement les balles en enfonçant au moins deux pieux au travers de chacune. Les pieux de bois sont ce qu'il y a de mieux, mais des barres d'armature peuvent être utilisées.

7. Remplir les trous dans les balles avec de la paille. La paille dispersée en amont de la barrière permettra d'accroître l'efficacité de celle-ci en étant emportée par l'eau et en bouchant les trous dans la barrière.

8. Remblayer la tranchée avec de la terre et la compacter. La terre de remblai doit être de niveau avec le sol du côté aval de la barrière et remonter d'environ 100 mm au-dessus du sol du côté amont des balles.

9. Retirer les balles de foin lorsque les zones situées en amont ont été stabilisées de façon permanente.

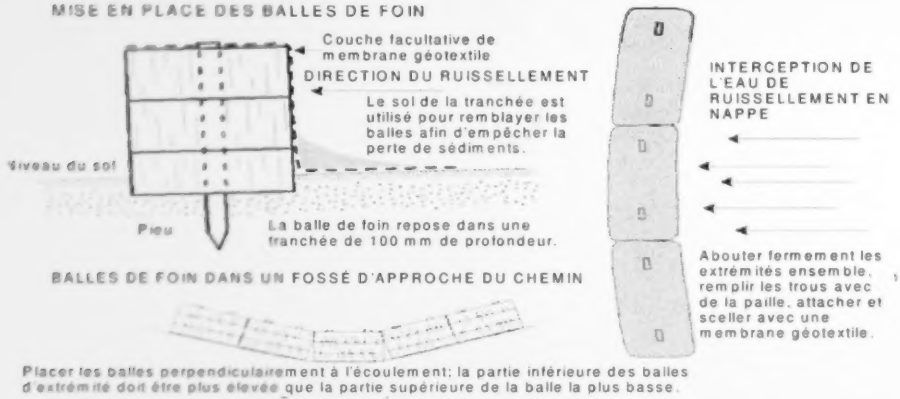


Figure 26. Installation de balles de foin montrant l'ancrage et la mise en place en vue de retenir les sédiments.

3.4.5 Stabilisation du sol par la végétation

La stabilisation du sol par la végétation est la méthode de protection contre l'érosion à long terme la plus rentable. Le rétablissement de la végétation des fossés d'approche, des pentes remaniées et des autres zones perturbées, qui réduit la possibilité de sédimentation du cours d'eau, doit être entrepris tout de suite après la fin des travaux.

Les techniques courantes de rétablissement de la végétation comprennent l'ensemencement à la volée à la main ou hydraulique et le paillage à l'aide de mélanges de graines et de paillis adaptés à la région (annexe C). Des améliorations importantes ont été apportées à l'application des techniques courantes de rétablissement de la végétation grâce à l'intégration d'un large éventail de produits synthétiques et naturels visant à protéger les zones nouvellement ensemencées contre l'érosion pendant les premières phases de la germination et du développement des plantes. Des matériaux biodégradables de protection contre l'érosion, comme des couvertures de paillis, des fibres liées, de la paille, des fibres de noix de coco et certaines membranes géotextiles, peuvent être utilisés pour faciliter et accélérer le développement de la végétation.

3.4.5.1 Ensemencement et moment de l'application

Le moment de l'ensemencement est en grande partie déterminé par l'achèvement des travaux d'installation de la traverse de cours d'eau. Il est recommandé d'ensemencer tous les sols dénudés à proximité de la traverse de cours d'eau dès la fin de la construction et d'ensemencer le site de nouveau au besoin. L'utilisation d'un paillis peut s'avérer profitable en permettant de prolonger la saison de croissance au printemps et d'empêcher les dommages causés par la gelée hâtive. Il est conseillé de faire attention lorsque l'on envisage d'utiliser des engrais dans certains bassins versants puisque leur emploi peut être restreint. Vérifier auprès du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux avant d'utiliser de l'engrais dans des bassins versants communautaires.

3.4.5.2 Ensemencement avec paillis

Le paillage améliore considérablement l'établissement du semis. Il accélère le développement du semis et réduit les pertes de graines causées par les averses et le ruissellement. Lorsqu'il est combiné à l'ensemencement à la volée à la main, le foin constitue une méthode rapide et rentable de s'occuper des petites zones dénudées près des traverses de cours d'eau. Les graines et le paillis peuvent être appliqués à la main, quel que soit le calendrier d'ensemencement ou la méthode établie pour le reste du réseau routier. Cette pratique permettra de donner un bon départ au rétablissement de la végétation à ces endroits plus vulnérables.

Lorsque du foin est utilisé pour le paillis, il ne doit pas être appliqué en trop grande quantité. On doit voir le sol à travers le tapis de foin afin de permettre aux semis de pénétrer. Le foin peut être appliqué mécaniquement, bien que l'application manuelle soit appropriée pour une utilisation limitée près des cours d'eau.

3.4.5.3 Ensemencement hydraulique et paillage

L'ensemencement hydraulique est la méthode la plus efficace. Elle permet de vaporiser une bouillie de graines, d'engrais, de paillis en fibre de bois et d'eau en une seule étape. Le facteur critique est la capacité du paillis de rester en place lorsqu'il y a une averse et du vent. Le paillis en fibre de bois est préférable pour l'ensemencement hydraulique, puisqu'il est relativement peu coûteux et que l'on peut se le procurer facilement, mais il n'offre pas beaucoup de protection contre l'érosion parce que sa masse n'est pas suffisante pour absorber l'énergie des gouttes de pluie ou de l'eau vive. Sa fonction première est d'aider à l'établissement des plantes en conservant l'humidité du sol et en gardant les graines en place.

3.4.5.4 Agents de liaison des fibres

Un agent de liaison des fibres est une bouillie de fibres de bois et d'agents poisseux appliquée de façon hydraulique qui se conforme au sol et sèche pour former une couverture de protection contre l'érosion durable et continue, qui reste en place jusqu'à ce que la végétation soit établie. Cette bouillie se compose de longs copeaux de fibres de bois produits thermiquement qui sont maintenus ensemble par des agents poisseux organiques et des agents de liaison minéraux qui, une fois secs, deviennent insolubles et impossibles à disperser. Une fois sèche, la matrice liée peut être remouillée à maintes

reprises et elle gardera les graines en place sans être emportée par l'eau. Puisqu'ils sont adhésifs, les agents forment une couche résistante à l'érosion qui protège la surface de la plupart des sols – y compris dans les fortes pentes – sans laisser d'ouverture. Les tapis de fibres créés sont biodégradables et se décomposent lentement à mesure que la végétation est rétablie. Comme les autres formes de paillage, les matrices de fibres liées gardent les graines et l'engrais en place, tout en permettant à la lumière du soleil et aux plantes de pénétrer. Comparées aux couvertures traditionnelles de protection contre l'érosion, elles n'exigent aucun travail manuel pour leur installation et ne se prêtent pas à l'érosion en rigoles ou au soulèvement en tente, ce qui peut arriver avec les couvertures de protection contre l'érosion (voir ci-dessous).

3.4.6 Couvertures et filets de protection contre l'érosion

Les tapis de rétablissement de la végétation pour le contrôle de l'érosion ou les graines recouvertes d'un filet biodégradable comme le jute (fibres tissées) comptent parmi les autres méthodes efficaces d'accélération de la germination et de la croissance des plantes et de maintien des matériaux en place (Figure 27). Les premiers sont des tapis préalablement ensemencés qui contiennent des graines et de l'engrais. Ils sont maintenus en place par des pieux et peuvent recouvrir la plupart des angles de pente adjacents aux traverses de cours d'eau. D'autres formes de filet, comme le jute tissé, peuvent être utilisées pour garder le paillis et les autres matériaux en place. Ce type de filet offre peu ou pas de protection du sol, mais garde les graines et le paillis en place.

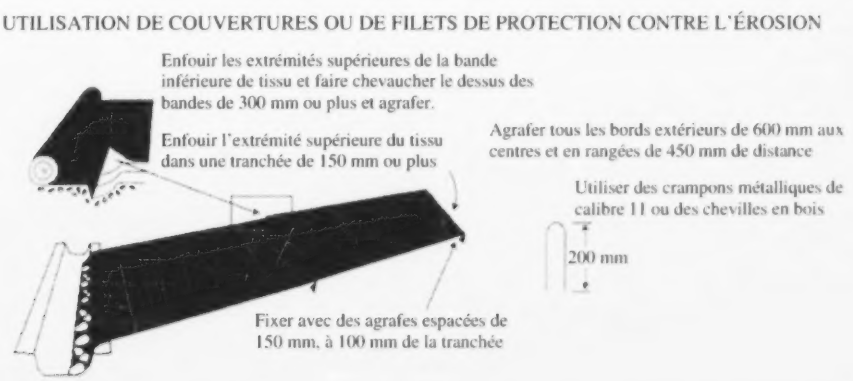


Figure 27. Méthode d'utilisation de tapis de fibres pour accélérer le rétablissement de la végétation à proximité des pentes d'approche de la route.

Les deux méthodes doivent faire en sorte que les filets soient entièrement en contact avec le sol. Sinon, l'érosion peut se produire sous les filets. Elles demandent plus de travail que les agents de liaison des fibres appliqués de façon hydraulique.

3.4.7 Enrochement

Un enrochement ou de la roche abattue doit être placé à la sortie de tous les drains transversaux là où l'eau des fossés est déviée des sillons de tranchée d'approche et

déversée sur des sols ou des remblais érodables. Les fossés bordés d'un enrochement, de roche abattue ou de gros gravier constituent un moyen efficace de réduire l'érosion aux approches des traverses de cours d'eau. L'enrochement ralentit la vitesse de l'eau des fossés et renforce les matériaux du lit des fossés érodables. L'enrochement ou les roches utilisés doivent être exempts de limon, de mort-terrain, de débris ou d'autres substances nuisibles pour les poissons. Les matériaux doivent être durables et d'une dimension capable de résister aux mouvements du débit du cours d'eau.

3.5 Contrôle du drainage

Voir la section 1.5 – Maîtrise de l'eau de surface – du chapitre 1 intitulé «Planification et construction des chemins forestiers».

3.6 Manutention des substances dangereuses

Il est important de connaître et de respecter tous les règlements régissant l'entreposage, la manutention et l'application des substances qui peuvent être nuisibles pour les poissons, y compris les produits de préservation du bois, les peintures, les carburants, les lubrifiants et les engrais. Les produits de préservation du bois qui contiennent de la créosote, des chlorophénols, du zinc ou du cuivre sont extrêmement toxiques pour les poissons et ne doivent pas être utilisés dans les endroits où ils sont susceptibles d'entrer en contact avec le cours d'eau. Le bois traité sous pression doit être laissé à l'air libre pendant au moins 21 jours avant d'être utilisé. Toutes les peintures et tous les agents de préservation doivent être appliqués aux matériaux à l'extérieur du chantier et on doit les laisser sécher avant de les utiliser dans la construction.

Le béton frais peut tuer les poissons en modifiant le pH de l'eau. Le béton préfabriqué doit être utilisé lorsque cela est possible afin d'éliminer les risques pour les poissons. Lorsque du béton coulé sur place est requis, tous les travaux doivent être faits au sec et efficacement isolés de l'eau qui pourrait entrer dans le cours d'eau pendant au moins 48 heures.

Les carburants, les lubrifiants et autres matières toxiques doivent être entreposés à l'extérieur de la zone tampon désignée du cours d'eau, dans un endroit où les matériaux peuvent être contenus afin de les empêcher d'entrer dans un cours d'eau. Le matériel doit être vérifié afin de déceler les fuites de liquide hydraulique, de liquide de refroidissement et de carburant et il doit être nettoyé avant le passage à gué. Le plein de carburant doit être effectué à l'extérieur de la zone tampon. Un plan d'urgence doit être élaboré pour l'utilisation de toutes les matières dangereuses, y compris la retenue des déversements, le nettoyage et la notification des problèmes aux organismes fédéraux et provinciaux compétents. Lorsque les tabliers de pont doivent être nettoyés, il faut prendre des précautions pour que les matériaux délétères, y compris le sable et le gravier, n'entrent pas dans le cours d'eau.

Glossaire

Affouillement Forme d'érosion produite par l'action de l'eau des cours d'eau, qui arrache et entraîne des matières du lit ou des berges du cours d'eau.

Andain Longue ligne basse formée de souches, de racines, d'arbres non commercialisables et de déblais de couverture parallèle à la route et à l'intérieur de l'emprise de celle-ci.

Au sec Isolé de l'eau d'un cours d'eau. Les techniques courantes permettant de travailler au sec comprennent les batardeaux, les fossés de dérivation ou le pompage autour du chantier.

Barrage submersible Petit barrage constitué de balles de foin ou de roches qui sert à diminuer la vitesse du courant, à minimiser l'affouillement du chenal et à favoriser le dépôt des sédiments dans un chenal ou un fossé érodable.

Barres de dérivation d'eau Fossé de dérivation ou butte formée en travers d'une route pour faire dévier les eaux de ruissellement de la surface de celle-ci avant que le débit atteigne un volume et une vitesse suffisants pour causer des mouvements du sol et l'érosion et pour emmener les eaux de ruissellement dans une zone de dispersion. Les barres de dérivation d'eau sont le plus souvent utilisées sur les routes abandonnées, les sentiers et les chantiers de façonnage.

Barrière géotextile antiérosion Membrane en tissu synthétique fixée à des poteaux et conçue spécialement pour retenir les sédiments contenus dans les eaux de ruissellement.

Batardeau Arrêt-barrage à eau temporaire érigé autour d'une excavation pour empêcher l'eau d'y pénétrer afin que les travaux entrepris dans un cours d'eau ou à proximité puissent se faire au sec.

Berme Dorsale artificielle ou digue en terre utilisée pour contenir ou dévier l'écoulement de l'eau.

Bombement Pente donnée à un revêtement surélevant légèrement le centre de la route par rapport à ses côtés. Cette pente permet à l'eau de s'écouler de la surface de roulement.

Caisson en claire-voie Charpente en bois utilisée comme mur de soutènement ou structure de soutien durant l'installation et la construction de ponceaux et de ponts. La structure à claire-voie est ensuite remplie de pierres ou de terre.

Cambrer Courber vers le haut ou surélever légèrement près du milieu. Les ponceaux sont cambrés afin qu'ils puissent, une fois la plate-forme bien tassée, prendre une pente plus ou moins uniforme.

Chantier de façonnage Lieu sur ou près d'un site d'exploitation où sont empilés des troncs d'arbres en vue de leur transport.

Charge d'eau Pression en un point exprimé par la hauteur de la colonne d'eau au-dessus du point considéré.

Chemin d'exploitation Tous les chemins permanents construits en vertu d'un permis et non désignés comme des chemins forestiers. Cela comprend les chemins menant directement aux parcelles de récolte.

Chemin forestier Chemin permanent principal autorisé par permis donnant accès à la forêt à des fins d'aménagement forestier, de mise en valeur des ressources minérales et d'activités récréatives. Le détenteur du permis dresse la liste de tous les chemins forestiers sur son permis dans le cadre de son plan d'aménagement forestier.

Chemin hivernal Route saisonnière utilisée seulement lorsque le sol est gelé. Se trouve seulement dans les régions où il est impossible de construire des chemins d'exploitation. Il faut obtenir au préalable un permis du ministère des Ressources naturelles pour construire un chemin hivernal.

Chemins temporaires Chemin d'une longueur maximale de 400 m permettant d'accéder à la forêt lorsque aucun aménagement de route passé ce point n'est planifié. Un an après la fin de la récolte, ce chemin doit être récupéré et reboisé aux frais de l'exploitant.

Cote de crue normale Niveau d'eau le long des rives d'un cours d'eau qui laisse des marques perceptibles et qui se maintient assez longtemps pour modifier les caractéristiques du sol ou la végétation et qui établit une distinction entre les terres avant tout aquatiques et les terres avant tout terrestres.

Cours d'eau — «Cours d'eau naturel» s'entend de n'importe quelle nappe ou chenal naturel possédant un lit visible.

Le *Manuel d'aménagement forestier* (MAF) définit deux catégories de cours d'eau naturels en tenant compte des dispositions relatives à la protection de l'habitat du poisson et de la qualité de l'eau.

A. Les cours d'eau dont la largeur du chenal est égale ou supérieure à 0,5 m
B. Les cours d'eau dont la largeur du chenal est inférieure à 0,5 m

Cours d'eau intermittent — Toute structure de drainage non permanente caractérisée par un chenal définissable et des traces d'affouillement ou de dépôt; l'écoulement peut être discontinu dans l'espace.

Crue — Augmentation rapide temporaire du débit d'un cours d'eau en raison de pluies torrentielles ou de la fonte des neiges.

Culée — Paroi ou masse soutenant l'extrémité d'un pont, d'une voûte ou d'une travée et supportant la pression de la largeur attenante.

Débit — Quantité d'eau passant à un point particulier d'un cours d'eau, habituellement exprimée en pieds cubes par seconde (pi^3/s).

Débit de pointe — Débit maximal instantané observé au cours d'une période donnée.

Déblayage et remblayage — Processus de terrassement permettant d'excaver une partie d'une zone et d'utiliser le matériau excavé pour des endiguements adjacents ou des remblais.

Décharges latérales — Rampe couverte de terre, aplanie à l'aide d'un bouteur et composée de matériaux dessouchés, située dans des ouvertures naturelles ou préalablement aménagées à proximité de l'emprise des routes.

Déclivité — Pente d'une route, d'un fossé ou du lit d'un cours d'eau exprimée sous forme d'écart de dénivellation sur une distance horizontale donnée.

Déflecteur — Structure construite ou placée sur le lit d'un cours d'eau ou au fond d'un ponceau pour dévier ou retenir l'eau ou en ralentir l'écoulement. Utilisée pour faciliter le passage des poissons.

Dérivation — Détournement de l'eau d'un cours d'eau, d'un lac, d'un aquifère ou de toute autre source d'eau par un canal, un tuyau, un puits ou autre conduit menant vers un autre cours d'eau ou vers les terres, comme dans le cas d'un système d'irrigation.

Directeur régional — Le ou les directeurs régionaux du ministère des Ressources naturelles.

Drainage — Évacuation des eaux superficielles ou souterraines excédentaires au moyen de fossés ouverts.

Eau de surface — Voir Ruissellement.

Emprise — Largeur et longueur d'une région déboisée le long d'un tracé routier, comprenant la plate-forme, les fossés, les pentes de talus et les pentes structurales.

Emprunt — Matériau extrait le long de l'emprise des routes ou de puits préfabriqués à l'extérieur de l'emprise, utilisé pour la forme ou la déclivité de la route.

Enrochement — Couche de roches durables extraites de carrières ou de pierres placée à l'entrée et à la sortie des ponceaux ou autour des culées de pont pour stabiliser les pentes des remblais autour de l'ouvrage de drainage et empêcher l'eau d'éroder le sol.

Envasement — Dépôt ou accumulation de limon dans un cours d'eau ou autre plan d'eau.

Épi — Monticule de terre placé sur la descente de l'entrée et de la sortie d'un ponceau pour dévier les eaux de drainage dans le tuyau afin de les éloigner de la route.

Érosion — Décollement de particules de sol et perte de matériaux superficiels à la surface de la terre sous l'action exercée par la gravité, la glace, l'eau, le vent ou tout phénomène naturel ou anthropique.

Essouchement — Enlèvement de l'emprise des routes de toutes les souches et racines, de tous les arbres non commercialisables et matériaux déblayés et leur élimination.

Étang de décantation — Agrandissement d'un fossé de drainage permettant la sédimentation des débris transportés en suspension.

Fond ou substrat	Composition du lit d'un cours d'eau comprenant les matières minérales et organiques.
Fond de ponceau	Moitié inférieure d'un ponceau.
Forme	Surface de roulement formée et nivelée avant l'application du matériau de revêtement de la surface (gravier).
Fossé de dérivation	Voir Saignée.
Gabion	Paniers ou cages en treillis métallique remplis de gravier grossier ou de roches et utilisés principalement pour protéger les rives d'un cours d'eau ou des culées.
Gué	Traverse d'un cours d'eau au moyen d'une machine à roues ou à chenilles.
Gué reconnu	Traverse construite ou naturelle d'un cours d'eau au fond non érodable qui peut être franchie lorsque le niveau de l'eau est bas, sans perturber l'habitat aquatique.
Habitat du poisson	Zones de frai, d'élevage, d'alevinage, de nourriture et de migration dont dépendent directement ou indirectement les poissons pour poursuivre leur cycle de vie.
Largeur à pleins bords	Largeur d'une rivière ou du chenal d'un cours d'eau entre les rives les plus hautes de chaque côté du cours d'eau.
Largeur du chenal	Distance en ligne droite à partir de la ligne normale des hautes eaux sur une rive d'un cours d'eau jusqu'à la ligne similaire sur la rive opposée.
Longeron	Morceau de bois ou d'acier placé entre les culées d'un pont et servant à supporter le tablier et les traverses du pont.
m^3/s	Mètres cubes par seconde.
Marais	Terres humides d'eau douce mal drainées, caractérisées par la formation de tourbe.
Membrane géotextile	Géotextile tissé ou non utilisé pour séparer les couches de sol ou comme filtre pour enlever les sédiments de l'eau vive.
MPO	Ministère des Pêches et des Océans (fédéral).

MRN Ministère des Ressources naturelles (provincial).

Mur de cisaillement Mur faisant partie d'une culée de pont, formant un angle droit ou aigu avec la face de la culée et servant à stabiliser le remblai de la voie d'accès au pont.

Mur de tête Mur de soutènement à l'entrée ou à la sortie d'un ponceau servant à protéger le remblai contre l'affouillement et l'érosion.

Mur en aile Mur de protection d'une culée de pont ou d'un ponceau, s'étendant jusqu'au remblai et le soutenant.

Ouverture de drainage Tout dispositif ou toute forme de terrain construit pour intercepter l'eau de surface ou en faciliter le drainage.

Paillis Couvert protecteur, constitué par exemple de foin, qu'on répand sur le sol dénudé afin d'empêcher l'érosion et l'évaporation, de favoriser l'établissement d'un tapis végétal et de minimiser les fluctuations de température.

Pente Voir Déclivité.

Pente d'un remblai Surface qui se forme lorsque de la terre est déposée pour construire une route. Comprend aussi la pente d'un remblai autour d'un ouvrage, telles les entrées et les sorties de ponceaux, les culées de pont, etc.

Pesticides Tout insecticide, herbicide ou fongicide, à l'exception des substances répulsives non toxiques ou autres produits chimiques forestiers.

pi^3/s Pieds cubes par seconde.

Plaine inondable Basse terre bordant un cours d'eau recouverte par l'eau lors d'une inondation.

Point d'arrêt Section élargie d'une route étroite, permettant aux véhicules de dépasser, de se ranger sur le côté ou de se garer.

Ponceau Conduit fermé destiné à permettre l'écoulement de l'eau sous un chemin.

Ponceau diagonal Ponceau destiné à permettre l'écoulement des eaux de ruissellement de l'emprise sous la route en s'éloignant de celle-ci.

Ponceau hémisphérique Ponceau érigé sans fond solide. Le lit naturel du cours d'eau est maintenu sur la longueur du ponceau.

Ponceau rectangulaire Ponceau habituellement construit à l'aide de bois de construction équarri, dont la section est carrée ou rectangulaire.

Ponceau voûté hémisphérique Type de ponceau en forme de voûte et à fond ouvert qui repose sur des semelles de béton ou de tôle d'acier. La structure courbée est conçue de façon à exercer des forces horizontales sur les supports sous l'effet des charges verticales. Ouvrage couramment utilisé comme pont.

Pont Ouvrage érigé pour enjamber un cours d'eau et qui supporte une voie de circulation pour les piétons ou les véhicules. Les ponts et les ponceaux se distinguent par le fait que le dessus d'un pont sert de voie de circulation, alors que le ponceau est intégré dans le remblai de la route.

Protection Placement de rochers sur un mur de tête ou de matériaux de remblai autour d'un ponceau visant à empêcher l'eau d'éroder et de saper le ponceau et de se déverser sous la route.

Rémanents Broussailles, cimes d'arbres et autres débris ligneux laissés après le bûcheronnage ou l'éclaircissage.

Remblai Matériau utilisé pour remplacer les matériaux enlevés durant la construction d'un ouvrage, tel qu'un pont ou un ponceau.

Remblai Matériau autre que les structures placées à proximité d'un cours d'eau.

Restauration Réaménagement ou réparation d'un système naturel de sorte que ses nouvelles fonctions ou qualités sont comparables à celles qu'il avait à son état original, non altéré.

Route abandonnée Chemin forestier ou d'exploitation qui est fermé, stabilisé et n'est plus accessible aux véhicules de façon permanente. Le ministère des Ressources naturelles doit approuver l'abandon de toute route.

Ruissellement Eau résultant de la pluie ou de la fonte des neiges qui s'écoule vers un cours d'eau à la surface du sol.

Saignée Fossé destiné à dévier l'eau de l'emprise des routes vers la forêt où elle peut être filtrée par la végétation naturelle. Ces fossés sont construits soit à la sortie d'un ponceau diagonal, soit à intervalles réguliers sur une longue pente.

Sédiment	Matériau organique transporté et déposé par le vent et l'eau.
Stabilisation	Matériau ou structure ajouté à un matériau érodable afin de prévenir l'érosion.
Stabilité de la pente	Résistance au glissement de terrain d'une pente naturelle ou artificielle ou de toute autre surface inclinée.
Substrat rocheux	(Géologie) Roche solidifiée sous le sol (zone d'aération ou zone de saturation) et roche superficielle. Terme générique servant à décrire la roche solidifiée qui repose sous le sol, les sédiments meubles ou toute autre matière non consolidée.
Surface drainée	Zone de terre dont le drainage se dirige à l'endroit d'un cours d'eau où le passage proposé sera construit.
Terres humides	Terres se situant entre les milieux terrestres et aquatiques et dont la nappe phréatique se situe au niveau ou près de la surface du sol. Elles sont recouvertes d'eau peu profonde à un moment ou l'autre de la saison de croissance. Elles sont caractérisées par des sols mal drainés et une prédominance d'hydrophytes ou de végétation tolérant l'eau.
Travée	Distance horizontale entre les culées ou les supports d'un pont.
Traverse d'un cours d'eau	Tout ouvrage permanent ou temporaire servant à traverser un cours d'eau naturel.
Traverses temporaires	Ouvrages (ponts, ponceaux, ponts de glace, etc.) érigés temporairement pour traverser un cours d'eau naturel.
Zone non perturbée	Zone où il est interdit d'enlever ou d'éliminer les souches, les racines, les arbres non commercialisables et les déblais de couverture de l'emprise de la route.
Zone tampon	Barrière de végétation permanente, soit une forêt ou toute autre végétation, entre les cours d'eau et les terres à vocation agricole ou urbaine, conçue pour intercepter et filtrer la pollution avant qu'elle atteigne l'eau de surface. Frontière naturelle de peuplement forestier sur pied ou autre végétation laissée entre les cours d'eau et les emprises des routes ou les limites de parcelles de récolte.

ANNEXE A

Acquisition de droits d'exploitation de mine et de carrière sur les terres de la Couronne au Nouveau-Brunswick[1]

Au Nouveau-Brunswick, le ministre des Ressources naturelles est chargé, en vertu de la *Loi sur l'exploitation des carrières* et du Règlement 93-92, du contrôle de l'extraction de toutes les substances de carrière[2] sur les terres de la Couronne et dans la région du littoral qui s'étend sur 300 mètres au-dessus et 300 mètres au-dessous de la ligne normale des hautes eaux.

Il existe trois façons réglementées d'acquérir des ressources en agrégats sur les terres de la Couronne du Nouveau-Brunswick : A) autorisation écrite, B) permis d'exploitation de carrière et C) bail d'exploitation de carrière.

1. L'autorisation écrite fait référence à l'extraction dans des mines ou des carrières existantes de substances ne dépassant pas 1 000 tonnes pendant une période maximale de 30 jours.

    a) Les demandes d'autorisation doivent être déposées auprès du bureau de district des gardes forestiers. Elles sont assorties d'un droit [actuellement établi à 10 $ conformément au Règlement 93-92 (2003)].
    b) Si la demande est approuvée, le bureau de district des gardes forestiers peut délivrer l'autorisation le jour même. Le requérant doit payer des redevances non remboursables [actuellement établies à 25 cents la tonne conformément au Règlement 93-92 (2003)] sur le montant total de substances requises au moment de la délivrance de l'autorisation.
    c) Le requérant a 30 jours pour extraire les substances requises. Si elles ne l'ont pas été pendant cette période, il doit déposer une nouvelle demande (remarque : les redevances ne peuvent être remboursées).

2. Les permis d'exploitation de carrière autorisent l'extraction dans les mines ou les carrières nouvelles ou existantes pendant une période se terminant le 31 décembre de l'année de la délivrance du permis.

[1] Il s'agit d'un bref résumé des méthodes d'acquisition des ressources en agrégats des terres de la Couronne. Pour obtenir de plus amples détails, consulter la *Loi sur l'exploitation des carrières* et le Règlement 93-92.
[2] Une substance de carrière désigne «les pierres ordinaires, de taille ou meulières, le sable, les graviers, la tourbe, l'argile ou la terre» (*Loi sur l'exploitation des carrières*).

a) Les demandes doivent être déposées auprès du bureau de district des gardes forestiers. Elles sont assorties d'un droit [actuellement établi à 10 $ conformément au Règlement 93-92 (2003)].
b) Les demandes sont examinées par le bureau de district des gardes forestiers et les représentants du bureau régional et de la Direction de l'exploitation des ressources minérales et pétrolières du ministère.
c) Le permis délivré est valide pendant la période qui y est spécifiée, mais il ne peut en aucun cas se prolonger au-delà du 31^{e} jour de décembre de l'année au cours de laquelle il a été délivré.
d) Le détenteur de permis doit soumettre un formulaire de déclaration des redevances énonçant la quantité de substances de carrière enlevées et les redevances payées avant le 20 juillet et le 20 janvier.

Le bail d'exploitation de carrière est la troisième méthode permettant d'acquérir des droits sur les substances de carrière des terres de la Couronne. Il diffère de l'autorisation écrite et du permis du fait qu'il s'agit d'un bail qui confère à une entreprise des droits exclusifs sur une mine ou une carrière située sur les terres de la Couronne. Le bail est d'une durée maximale de 10 ans. Pour obtenir un bail d'exploitation de carrière, l'entreprise doit pouvoir démontrer la nécessité d'une utilisation exclusive (c.-à-d. pour garantir son investissement en équipements, etc.)

La demande de bail d'exploitation de carrière et le processus d'autorisation comprennent les étapes suivantes :

1. Les demandes de bail d'exploitation de carrière doivent être déposées auprès du bureau de district des gardes forestiers. Elles sont assorties d'un droit [actuellement établi à 50 $ conformément au Règlement 93-92 (2003)].
2. La demande est transmise à la Direction de l'exploitation des ressources minérales et pétrolières du ministère par l'entremise du bureau régional.
3. Dans le cadre du processus d'examen complet, le requérant doit soumettre des détails supplémentaires concernant l'exploitation et la remise en état de la mine ou de la carrière proposée. Ces renseignements comprennent, sans toutefois s'y limiter, les éléments suivants :

Plan de situation accompagné :

1. d'une carte (échelle 1:12,500 ou plus détaillée) indiquant :
2.
   - les accidents topographiques;
   - les cours d'eau naturels;
   - les chemins publics et les routes;
   - toute utilisation des terres avoisinantes, etc., situées à moins de 1 000 mètres de la mine ou de la carrière proposée;

3. d'une carte indiquant les limites du site loué proposé, y compris la superficie (en hectares);

4. d'un plan du site indiquant les éléments suivants :

- les entrées et sorties du site;
- l'emplacement des clôtures, portes ou barrières;
- l'emplacement de toutes les installations associées au traitement ultérieur, au traitement des eaux usées ou au contrôle de l'eau de surface;
- le ou les emplacements des piles de stockage et de déchets et du bassin de décantation;
- l'emplacement de tous les ouvrages permanents ou temporaires sur le site.

Plan de développement accompagné :

- de la production annuelle estimée;
- du nombre d'employés potentiels estimé;
- de la ou des méthodes d'extraction proposées;
- des mesures de sécurité;
- de la séquence et de l'orientation prévues de l'exploitation du site;
- de l'investissement estimé en équipements essentiels, servant notamment au forage, à l'abattage, au chargement, au transport et au calibrage;
- d'une liste des marchandises (c.-à-d. les produits) qui seront produites.

Plan d'exploitation accompagné :

- du calendrier annuel d'exploitation, y compris les heures quotidiennes d'exploitation;
- des routes de transport utilisées pour livrer les produits aux clients;
- d'une description des sources et de la quantité d'eau utilisée pour le procédé d'extraction ou de valorisation des substances (p. ex., lavoir, etc.).

Plan de protection de l'environnement accompagné :

- d'une description de la ou des méthodes utilisées pour recueillir, entreposer et éliminer les lubrifiants;
- d'une liste des produits chimiques qui seront utilisés sur le site;
- d'une description de la quantité, de la qualité et des mesures d'atténuation proposées pour traiter les effluents libérés dans le milieu ambiant.

Plan de remise en état accompagné :

- d'une description et d'un calendrier détaillés des méthodes prévues pour protéger, remettre en état et restaurer le site, y compris les détails pertinents

concernant le remblayage, l'établissement des courbes de niveau, l'aménagement de banquettes, le talutage, le nivellement, l'érection de clôtures, le criblage, la construction de bermes et le rétablissement de la végétation;

- d'un programme de remise en état continue;
- des coûts estimés du programme de remise en état.

Différents organismes de réglementation examinent ces renseignements. La Direction de l'exploitation des ressources minérales et pétrolières coordonne et passe en revue les commentaires lorsqu'elle étudie la demande.

Lorsque la demande est approuvée, le requérant doit effectuer un levé officiel du site proposé et soumettre un plan d'arpentage approprié. Il doit acquitter le loyer foncier de la première année [actuellement établi à 50 $ par hectare conformément au Règlement 93-92 (2003)] et remettre une garantie de remise en état [actuellement établie à 20 $ par hectare ou 5 000 $, selon le montant le plus élevé, conformément au Règlement 93-92 (2003)]. Une fois toutes les exigences remplies, les documents de location sont préparés aux fins de signature par le locataire et le ministre.

Comme dans le cas des permis, le locataire doit soumettre un formulaire de déclaration des redevances avant le 20 juillet et le 20 janvier énonçant les quantités de substances de carrière enlevées. Ce formulaire doit être accompagné du paiement des redevances.

Selon les circonstances, les conditions suivantes peuvent s'appliquer à l'exploitation d'une mine ou d'une carrière située sur les terres de la Couronne.

Conditions de mise en valeur

1. Aucun matériau ne peut être enlevé à moins de 60 mètres de tout cours d'eau.
2. Aucun matériau ne peut être enlevé au-dessous de la nappe phréatique.
3. Tout le bois commercialisable doit être récolté avant d'enlever quelque matériau que ce soit. Il faut obtenir les permis voulus avant d'amorcer toute activité de bûcheronnage.

Tout le mort-terrain enlevé au cours des activités d'extraction doit être entreposé sur un site approuvé par le bureau de district des gardes forestiers aux fins d'utilisation dans le cadre des activités de remise en état (p. ex., le rétablissement de la végétation) consécutives à l'achèvement de la phase d'extraction (c.-à-d. si le garde forestier le juge nécessaire, le titulaire du permis doit répartir le mort-terrain sur la zone excavée une fois les activités terminées).

Conditions d'exploitation

1. Pour extraire de l'eau d'un cours d'eau avoisinant en vue de l'exploitation d'une mine ou d'une carrière ou en évacuer d'une mine ou d'une carrière, il faut obtenir les

autorisations appropriées (c.-à-d. permis de déviation de cours d'eau) du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux.

2. Il faut obtenir l'autorisation appropriée (c.-à-d. permis de déviation de cours d'eau) du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux avant d'aménager toute traverse de cours d'eau ou d'effectuer des modifications dans le cadre de l'exploitation d'une mine ou d'une carrière.
3. Si un exploitant prévoit exploiter tout type d'installation de traitement parallèlement à l'exploitation de la mine ou de la carrière (p. ex., asphalte, ciment, etc.), il pourrait avoir besoin d'un permis d'exploitation délivré par le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux.
4. Les exploitants doivent savoir que la Commission de la santé, de la sécurité et de l'indemnisation des accidents au travail administre des règlements portant sur l'utilisation sécuritaire du matériel utilisé dans une mine ou une carrière.

Remise en état

Tous les exploitants sont tenus de remettre en état les régions qu'ils ont exploitées à l'intérieur d'une mine ou d'une carrière sur les terres de la Couronne. Cela comprend, sans toutefois s'y limiter, le talutage des surfaces travaillées et l'établissement adéquat des courbes de niveau du fond de la mine ou de la carrière afin de limiter la formation excessive de flaques d'eau dans la zone excavée. De plus, l'autorisation peut être assortie d'autres conditions précisant certaines exigences telles que le réensemencement, le reboisement et autres dans la zone exploitée.

De plus, le ministre des Ressources naturelles est habilité à assortir de conditions nécessaires les autorisations écrites, les permis d'exploitation de carrière ou les baux d'exploitation de carrière pour assurer la sécurité du public et la protection de l'environnement.

ANNEXE C

Lignes directrices concernant les plates-formes d'ensemencement et les digues de route

par Clinton Maclean
Ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick

Les principales contraintes à l'établissement d'un tapis végétal sous les conditions qui régissent ceci au Nouveau-Brunswick sont les suivantes :

1. Acidité du sol – Une grande partie de nos sols sont naturellement plus acides que ceux des autres régions.

2. Fertilité du sol – La fertilité inhérente de la plupart de nos régions boisées est plutôt faible. Les teneurs en phosphore sont particulièrement cruciales pour l'enracinement et la vigueur à la levée. Il faudrait effectuer une analyse du sol de chaque site pour déterminer les besoins en matière de chaux et d'engrais.

3. Rusticité hivernale – En raison de la rigueur de nos hivers, certaines espèces ou variétés plantées dans d'autres régions ont peu de chance de survie ici. La couverture de neige est très importante. Les régions balayées par le vent et les coteaux dénudés sont particulièrement sensibles aux effets de l'hiver.

4. Adaptation des espèces – Certaines espèces, telles que les lotiers des prés, ont habituellement de la difficulté à survivre au Nouveau-Brunswick. Elles peuvent résister dans certaines situations, mais ne devraient pas constituer la principale composante d'un mélange standard.

5. Contrôle des eaux de ruissellement – Il est essentiel de contrôler les eaux de ruissellement jusqu'à ce qu'un tapis végétal adéquat soit établi. Des mesures, telles que dévier un cours d'eau et couvrir le sol de foin, peuvent s'avérer nécessaires dans certaines situations.

Recommandations

1. **Chaux et engrais** – Il faudra faire parvenir au Laboratoire des sols de la province un échantillon du sol de chaque site aux fins d'analyse. Voici les recommandations générales relatives à la chaux et aux engrais :

Année d'implantation
Chaux - 6,7 tonnes par ha (3 tonnes par acre)

Engrais - 560 kg par ha (500 l/acre) 10-20-20-.1 bore

Comme ces recommandations peuvent varier considérablement, une analyse du sol pourrait permettre de réaliser des économies importantes. Les recommandations pour les années ultérieures se fonderont sur les résultats de l'analyse et de la composition actuelle du peuplement établi.

2. **Mélanges** – Les mélanges de plantes fourragères pour contrôler l'érosion devraient être constitués d'herbages graminés et de légumes. Les légumes favorisent la production de nitrogène pour le peuplement et exigent que la semence soit inoculée avec la bonne souche de bactéries.

Voici une recommandation générale pour un mélange polyvalent.

Espèces	Pourcentage
Fétuque rouge traçante	30
Pâturin comprimé	15
Fétuque élevée	15
Fléole des prés	12
Ray-grass vivace	10
Ray-grass annuel	4
Trèfle hybride	10
Trèfle rampant	4

Parmi les autres espèces qui pourraient convenir sous certaines conditions, citons la fétuque durette, l'alpiste roseau, le vulpin traçant, le trèfle des prés, le mélilot et le lotier corniculé.

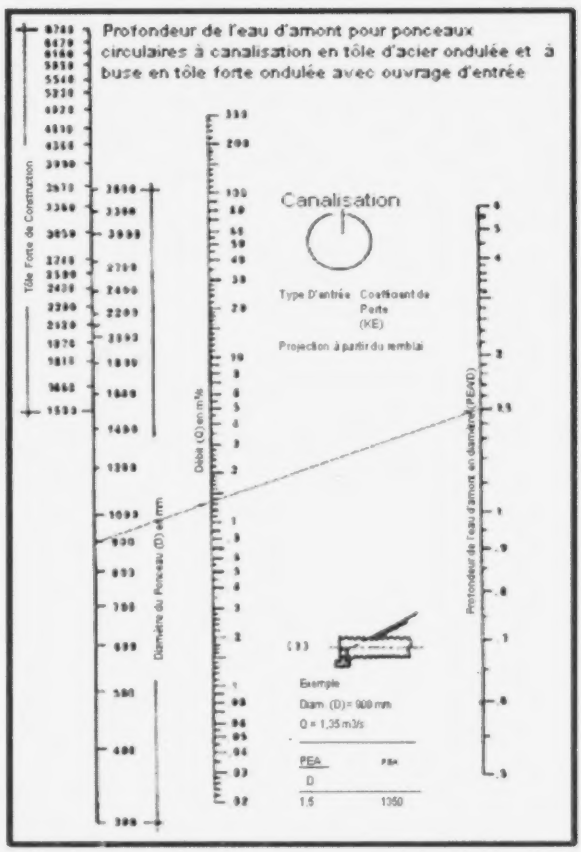
3. **Ensemencement** – Pour réussir un établissement, la préparation de la couche de semis est plus importante que la quantité actuelle de semence utilisée. Comme il est difficile de préparer une couche de semis idéale, il faut utiliser des densités de semis élevées. Il faut bien veiller à ne pas laisser le sol dénudé plus longtemps que nécessaire. La semence devrait être épandue à la volée à un taux de 100 kg/ha (89 lb/acre) pour les sols limoneux et de 150 kg/ha (134 lb/acre) pour les sols argileux, immédiatement après avoir enlevé la végétation. Le fait de couvrir les semences dans un sol profond de 6 à 12 mm (¼ à ½ po) augmentera grandement la germination et la levée.

ANNEXE D

Calculs pour les installations de ponceaux

Tableau 2. Ponceau circulaire en tôle d'acier ondulée et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000).

Surface drainée (ha)	Tôle d'acier ondulée (mm)	(po)
< 61	800	32
62 – 82	900	36
83 – 109	1 000	42
110 – 174	1 200	48
175 – 244	1 400	55
245 – 338	1 600	63
339 – 449	1 800	72
450 – 599	2 000	80
600 – 740	2 200	88
741 – 915	2 400	96
> 915	Peut faire l'objet d'un processus d'examen distinct auquel participeront le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux et d'autres organismes gouvernementaux.	

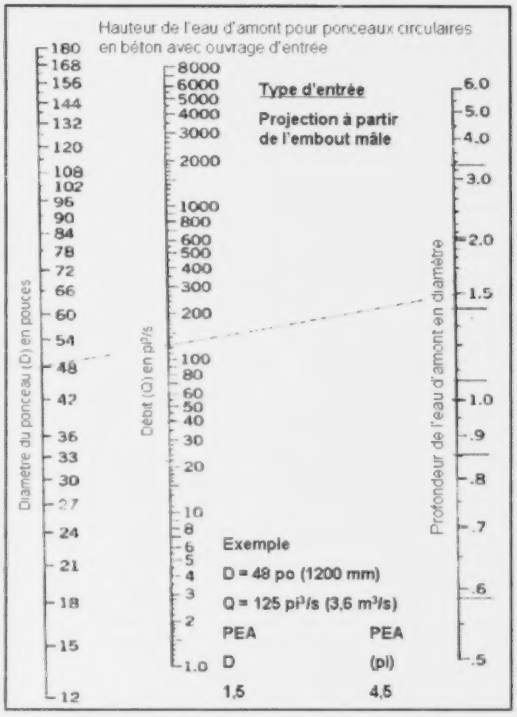


Le nomogramme ci-dessus s'applique uniquement aux ponceaux circulaires en tôle d'acier ondulée. Les données sont tirées de nomogrammes du Bureau des chemins publics. Rappel : Le rapport entre la profondeur de l'eau d'amont et le diamètre de la canalisation ne doit pas dépasser 1,5 à 1. (Voir le résumé du Tableau 2)

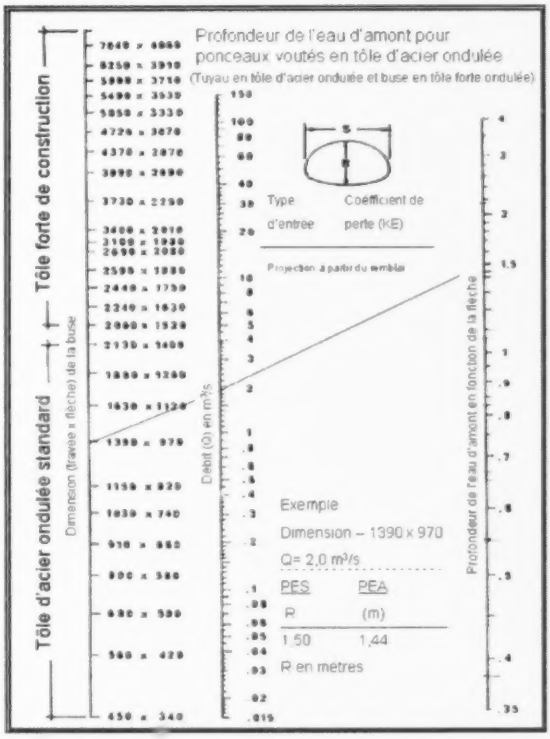
Le nomogramme ci-dessous s'applique aux ponceaux circulaires en béton ou en matière plastique. Les données sont tirées de nomogrammes du Bureau des chemins publics. Rappel : Le rapport entre la profondeur de l'eau d'amont et le diamètre de la canalisation ne doit pas dépasser 1,5 à 1. (Voir le résumé du Tableau 3)

Tableau 3. Ponceau circulaire en béton ou en matière plastique et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000)..

Surface drainée	Plastique (paroi lisse)		Béton	
(ha)	(mm)	(po)	(mm)	(po)
< 65	750	30	750	30
66 – 85	900	36	825	33
86 – 104	900	36	900	36
105 – 156			1 050	42
157 – 216			1 200	48
217 – 286			1 350	54
287 – 377			1 500	60
378 – 485			1 650	66
486 – 600			1 800	72
601 – 736			1 950	78
737 – 866			2 100	84
867 – 1 040			2 250	90
1 041– 1 213			2 400	96
> 1 213	Peut faire l'objet d'un processus d'examen distinct auquel participeront le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux et d'autres organismes gouvernementaux.			



Le nomogramme ci-dessous s'applique aux ponceaux voûtés en tôle d'acier ondulée. Les données sont tirées de nomogrammes du Bureau des chemins publics. Rappel : Le rapport entre la profondeur de l'eau d'amont et le diamètre de la canalisation ne doit pas dépasser 1,5 à 1. (Voir le résumé du Tableau 4)

Tableau 4. Ponceau voûté en tôle d'acier ondulée et surface drainée correspondante pour les cours d'eau illustrés sur l'orthophotographie (échelle 1:10 000).

Surface drainée	Travée x flèche	
(ha)	(mm)	(po)
< 33	800 x 580	32 x 24
34 - 44	910 x 660	37 x 27
45 - 61	1 030 x 740	41x 30
62 - 79	1 150 x 820	46 x 33
80 - 122	1 390 x 970	56 x 39
123 - 177	1 630 x 1 120	65 x 45
178 - 244	1 880 x 1 260	75 x 51
245 - 329	2 130 x 1 400	85 x 56
330 - 396	2 060 x 1 520	82 x 61
397 - 475	2 240 x 1 630	90 x 65
476 - 561	2 440 x 1 750	98 x 70
562 - 671	2 590 x 1 880	104 x 75
672 - 805	2690 x 2 080	108 x 83
806 - 914	3 100 x 1 980	124 x 79
915 - 975	3 400 x 2 010	136 x 81
976 – 1 341	3 730 x 2 290	149 x 92
1 342 – 1 707	3 890 x 2 690	156 x 108
> 1 707	Peut faire l'objet d'un processus d'examen distinct auquel participeront le ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux et d'autres organismes gouvernementaux.